p.117

農林省
水産講習所研究報告

第4巻　第2号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. 4, No. 2

MAY 1955
LIBRARY
FOFI
FISH & WILDLIFE
SERVICE

農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和30年3月発行)

Published by
the Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Japan.
MARCH, 1955

農林省
水産講習所研究報告

第4巻　第2号

農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和30年3月発行)

目　次

スンダ列島外縁海域に於けるキハダマグロ漁況—I. ・・・・・・・・佐藤猛郎・・・1

カムチヤツカ西岸沖の冷凍母船に附属する機船底曳網漁船の
漁獲状況と操業状態について. ・・・・・・・・・・・・・・・・渡辺　享・・・17

四角網地の斜断によつて得られる三角網地の長さ. ・・・・・・・・・鶴田三郎・・・33

A Trial for the Estimation of the Fishing Mortality of a Migrating
Fish Procession. ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Takerow SATOW・・・43

工場廃水に関する研究
第5報　金属工場酸洗廃水の水棲動物に及ぼす影響に就いて.
・・・・・・・・・・・・・赤築敬一郎・早山万彦・・・51

第6報　金属工場酸洗廃水の処理に就いて. ・・・・・・・・・・赤築敬一郎・・・57

魚類プロテアーゼに関する研究
（第4報）魚胃液の pH に就いて. ・・・・・・・・・・・・・・藤井　実・・・63

（第5報）魚胃液プロテアーゼの酵素化学的性質. ・・・・・・・藤井　実・・・67

各種冷凍法に依る冷凍黄鯛筋肉の組織的差異. ・・・・・・・・・小林　博・西川昇平・・・73

Some Observations on the Luminous Organ of the Fish,
Paratrachichthys Prosthemius JORDAN et FOWLER. ・Seishi KUWABARA・・・81

日本産発電魚類の研究
2）トビツカエイの発電器官の構造. ・・・・・・・・・・・石山礼蔵・桑原誠之・・・87

A New Sting Ray, *Dasyatis atratus* (Dasyatidae, Pisces),
from the Subtropical Pacific. ・・・・Reizo ISHIYAMA, Keisuke OKADA・・・95

Some Properties of Achetylcholinesterase in the
Electric Organ of the Skate Fish. ・・・・・・・・・・Seishi KUWABARA・・101

孵化時のドジョウ仔魚の大きさに及ぼす水温の影響に就いて.
・・・・・・・・・・・・・久保田善二郎・松井　魁・・109

On the Eggs and Early Life Histories of Pyrenidae (Columbellidae)
in Marine Gastropods. ・・・・・・・・・・・・・・・・・・Masaru AMIO・・115

二三の海産腹足類（*Pulmonata*, *Opisthobranchiata*）の卵並びに仔貝の
浮泛性について. ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・網尾　勝・・123

マフノリ及びフクロフノリの胞子放出について(I). ・・・・・・松井敏夫・安田　力・・ 129

A New Trial of Measuring the Habitat of the Seaweeds Quantitatively. ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Takerow SATOW・・ 137

Contents

Conditions of Longline Fishing for the Yellowfin Tuna in the Waters off the Outward Rim of the Sunda Archipelago. (1).
Considerations on the Vertical Distribution. · · · · · Takerow SATOW · · · 1

On the Amount of Catches and Operating State of Pair Trawlers with the Freezing Mother Ship off the West Coast of Kamchatka.
· · · · · · · · · · · · · · · Toru WATANABE · · · 17

The Length of the Triangular Net Cut Obliquely from the Squarish Net.
· · · · · · · · · · · · · · · Saburo TSURUTA · · · 33

A Trial for the Estimation of the Fishing Mortality of a Migrating Fish Procession. · Takerow SATOW · · · 43

Studies on the Foul-water Drained from Factories.
5. On the Effects of the Acid-pickling Liquor Drained from the Metal Plants on Aquatic Animals. · · · Keiichiro SYAZUKI and Kazuhiko HAYAMA · · · 51

Studies on the Foul-water Drained from Factories.
6. Treatment of the Acid-pickling Waste Liquor from Metal plants.
· · · · · · · · · · · · · · · Keiichiro SYAZUKI · · · 57

Studies on the Protease of Fishes (4)
pH of Stomach-juice of Fishes. · · · · · · · · · · · · · · Minoru FUJII · · · 63

Studies on the Protease of Fishes (5)
On the Enzymatic and Chemical Properties of Stomach-juice of Fishes.
· · · · · · · · · · · · · · · · Minoru FUJII · · · 67

Preliminary Note on the Muscular Tissue of the Fish, *Taius tumifrons*, Frozen by Various Methods. · · · Hiroshi KOBAYASHI and Syohei NISHIKAWA · · · 73

Some Observations on the Luminous Organ of the Fish, *Paratrachichthys prosthemius* Jordan et Fowler. · · · · · · · · · · · · Seishi KUWABBRA · · · 81

The Electric Fish of Japan, 2.
The Electric Organ of *Breviraja tobitukai* (HIYAMA).
· · Reizo ISHIYAMA and Seishi KUWABARA · · · 87

A New Sting Ray, *Dasyatis atratus* (Dasyatidae, Pisces), from the Subtropical Pacific. · · · · · · · · · · · · · · Reizo ISHIYAMA and Keisuke OKADA · · · 95

Some Properties of Acnetylcholinesterase in the Electric Organ of the Skate Fish. · Seishi KUWABARA · · 101

Influence of Temperature on the Length of Hatched Fry of the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus*(CANTOR). · · · · Zenziro KUBOTA and Isao MATSUI · · 109

On the Eggs and Early Life Histories of Pyrenidae (Columbellidae) in Marine Gastropods. · Masaru AMIO · · 115

Observations on eggs and floating habit of larval shells in some marine Gastropods (*Pulmonata, Opisthobranchiata*). · · · · · · Masaru AMIO · · 123

On the Shedding of the Spores of *Gloiopeltis tenax* (TURN.) J. A G. and *G. furcata* POST. et RUPR. (1).
· · · · Toshio MATSUI and Tikara YASUDA · · 129

A New Trial of Measuring the Habitat of the Seaweeds Quantitatively.
· · · · · · · · · · · · · · · Takerow SATOW · · 137

スンダ列島外縁海域に於ける キハダマグロ漁況-I※

佐　藤　猛　郎

Conditions of Longline Fishing for the Yellowfin Tuna in the Waters off the Outward Rim of the Sunda Archipelago. (1) Considerations on the Vertical Distribution.

By
Takerow SATOW

The author reports the fishing conditions mainly for the yellowfin tuna in the waters off the Nicobar Islands to the South Coast of Sumbawa Island in the Indian Ocean, on the basis of the data collected by the fishing exercise of longline by the training vessel Syunkotsu-maru attached to the Shimonoseki College of Fisheries.

In this report, having studied vertical distribution of the yellowfin tuna, relations between its angling rate and some environmental factors and injury by the shark, the author comes to the conclusions as follows :

1) In the neighbouring waters of the Nias Island off the West Coast of Sumatra, it seems that there were fishing conditions remarkably different from both the north and south waters adjacent to this area.

2) Both in the waters off the Great Nicobar Island and in the area covering the South Coast of Java, it is deemed that the most effective angling would exist in the division 22.5°—23.5°C of water temperature.

3) It appears that the vertical distribution of the shark depends mainly on the distribution of available foods.

緒　　言

水産講習所練習船俊鶻丸は 1953年12月より1954年1月に亘り， Nicobar 諸島海域から Sumatra 島西岸を経て Java 島南東岸沖合に至る Sunda 列島外縁海域に於て，マグロ延縄漁業の実習を行つたが， 当海域に於ける既往の調査記録は1930～1932年に白鷹丸[8] 及び1933，34両年に榛名丸[7] の何れも12～1月の試験報告の外には見るべきものがない。

この航海中操業したのは12月26日より1月22日に亘る15日間で（第1表，第1図)， 操業は Great Nicobar 島西岸と Sumatra 島北端の Broeh 島西方， Sumatra 島西岸 Mentawei 諸島海域， Java 島南岸より Sumbawa 島南岸に到る海域の三海域で実施した。

※ 水産講習所研究業績 第123号.

Table 1. General conditions of fishing.

Date	Number of Basket	Starting Position	Terminal Position	Covered Distance	Yellowfin Tuna			Bigeyed Tuna			Spear- and Sail-fishes			Shark		Total, excluding the shark			Angling Rate
					Sound	Injured	Total	Sound	Injured	Total	Sound	Injured	Total	Scar	Captured	Sound	Injured	Total	
Dec. 26	60	N 6°—52'.5 E 93—31.0	N 6°—53'.3 E 94—24.5	6.5'	10	44	54				0	1	1	45	46	10	45	55	18.3
.27	60	N 6—51.0 E 93—27.0	N 6—58.4 E 93—21.5	6.5	22	44	66				1	1	2	45	40	23	45	68	22.7
.29	80	N 5—25.0 E 94—46.0	N 5—25.0 E 94—36.0	10.0	29	13	42	2	0	2	1	1	2	14	4	32	14	46	11.5
.81	61	N 1—25.0 E 96—21.0	N 1—30.0 E 96—25.5	8.2	55	7	62	2	0	2	1	0	1	7	5	58	7	65	21.3
Jan. 2	60	N 1—23.0 E 96—27.2	N 1—28.8 E 96—21.0	8.4	22	7	29	1	0	1	(2)		(2)	7	7	25	7	32	10.7
. 3	80	N 0—13.7 E 97—09.5	N 0—24.7 E 97—09.5	10.8	21	7	28	4	0	4	5	0	5	7	8	30	7	37	9.3
. 4	80	N 0—04.8 E 97—08.5	N 0—11.5 E 97—16.5	10.4	23	4	27	1	0	1	1	0	1	4	15	25	4	29	7.3
. 5	80	S 0—42.7 E 97—41.5	S 0—34.5 E 97—35.0	10.9	22	6	28	8	0	8	1	0	1	6	6	31	6	37	9.3
. 8	40	S 6—26.5 E 103—49.5	S 6—22.5 E 103—46.0	5.5	4	0	4				1	0	1	0	5	5	0	5	2.5
.16	80	S 8—32.0 E 110—27.0	S 8—41.0 E 110—22.5	11.2	6	4	10							4((1))	12	6	4	10	2.5
.18	80	S 9—15.0 E 116—05.0	S 9—15.0 E 116—16.0	10.0	12	0	12	1	0	1	2	1	3	1((1))	12	15	1	16	4.0
.19	80	S 9—20.0 E 116—47.0	S 9—30.0 E 116—47.0	10.0	17	3	20				7	0	7	3	10	24	3	27	6.8
.20	100	S 9—20.0 E 117—12.0	S 9—14.0 E 117—17.0	12.4	8	0	8				2	1	3	1((1))	7	10	1	11	2.2
.21	80	S 9—52.0 E 116—06.0	S 9—56.0 E 116—14.0	10.1	7	1	8	[2]		[2]	4	0	4	1	1	13	1	14	3.5
.22	80	S 9—06.0 E 115—02.0	S 9—14.0 E 115—11.0	10.8	0	1	1	1	0	1	2	0	2	1	4	3	1	4	1.0

Remarks : 1. Numbers closed in [ ] and ( ) correspond to the catches of the so-called "Indian tuna (Indo-maguro)" and the albacore respectively.
2. Numbers in (( )) correspond to the scars marked by the shark on the minor species.
3. Column of "angling rate" shows the value corresponding to catches containing the tunas and the spear- and sail-fishes.

Fig. 1. Showing the course of the cruise and positions of fishing.

漁獲された魚種は主にキハダマグロ Yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) であり，その他にメバチ *Bigeyed* tuna (*Parathunnus sibi*) メカジキ Swordfish (*Xiphias gladius*), マカジキ Spearfish (*Makaira mitsukurii*), シロカジキ Giant black marlin (*Makaira marlina*), クロカジキ Black marlin (*Makaira mazara*)[1] *，バセウカジキ Sailfish (*Istiophorus orientalis*), ビンチョウ Albacore (*Germo germo*) 及びインドマグロ** があつた。

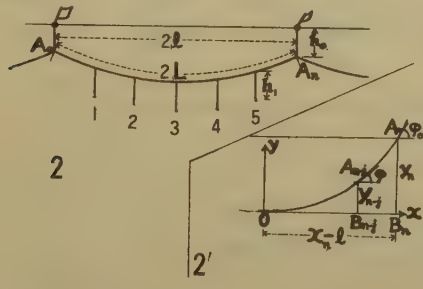


Fig. 2. Schematic representation of the longline unit.
Fig. 2′. Supplementary chart for explaining the calculations of the catenary.

延繩の構成は第2図に示す通りで，一鉢の幹繩の長さ227m，浮子繩の長さ23m，枝繩の長さ24mで5本付，通常の長枝に相当するものである。

本稿を草するに当り夫々の担当者として調査に協力された俊鶻丸船長駒野鎌吉氏はじめ乗組員各位，水産講習所前田弘・越川虎吉並びに京都大学理学部大学院学生三浦泰蔵の諸氏に謝意を表します。

* 中村博士の分類に倣つた[1]。

** この名称は漁業者の用いる俗称であるがこの魚体はキハダよりも大きく眼が割合に大きいこと及び2nd dorsal finが短いことはメバチによく似ている。体色はキハダよりも鈍鉛色を呈してをり，恐らく南印度洋起源の比較的冷たい水中に棲息するものと思われる。

I 一般的漁況

各操業日に於ける使用鉢数，釣獲尾数及び釣獲率を第1，2表に示す。釣獲率はサメをも含

Table 2. Angling conditions for each fishing.

	Number of fishes caught								Angling rate (k) (%)							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Sum (1)to(5)	(6)	Total	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)~(5)	(6)	(1)~(6)
Dec. 26	54	0	1			55	46	101	18.0		0.3			18.3	15.3	33.6
27	66	0	2			68	40	108	22.0		0.6			22.6	13.3	35.9
29	42	2	2			46	4	50	10.5	0.5	0.5			11.5	1.0	12.5
Sub-total	162	2	5			169	90	259	16.83		0.47			17.13	9.87	27.33
Dec. 31	62	2	1			65	5	70	22.8	0.6	0.3			23.7	1.7	25.4
Jan. 2	29	1	0		2	32	7	39	9.7	0.3			0.6	10.6	2.3	12.9
3	28	4	5			37	8	45	7.0	1.0	1.3			9.3	2.0	11.3
4	27	1	1			29	15	44	6.8	0.3	0.3			7.9	3.8	11.2
5	28	8	1			37	6	43	14.0	4.0	0.5			18.5	3.0	21.5
Sub-total	174	16	8		2	200	41	241	12.06	1.34	0.48			13.88	2.56	16.44
Jan. 8	4	0	1			5	5	10	2.0		0.3			2.3	1.3	3.6
16	10	0	0			10	12	22	2.5					2.5	3.0	5.5
18	12	1	3			16	12	28	3.0	0.3	0.8			4.1	3.0	7.1
19	20	0	7			27	10	37	5.0		1.8			6.8	2.5	9.3
20	8	0	3			11	7	18	1.6		0.6			2.2	1.4	3.6
21	8	0	4	2		14	1	15	2.0		1.0	0.5		3.5	0.3	3.8
22	1	1	2			4	4	8	0.3	0.3	0.5			3.5	1.0	4.5
Sub-total	63	2	20	2		87	51	138	2.34		0.7			3.49	1.78	5.27
Grand Total	399	20	33	2	2	456	182	638								

Remarks : 1. Numbers in the parentheses refer to the yellow-fin tuna, the bigeyed tuna, the spear- and sail-fishes, the so-called "Indian tuna", the albacore and the shark respectively.
2. There are shown total catch and average angling rate, omitting angling rate for the minor catches, for each species for each period.

めた場合には一操業日につき35.9～3.6%の範囲で変動しており，サメを除けば23.7～2.2%の範囲，キハダだけでは22.8～0.3%の範囲に存する。明かにキハダの釣獲率が，サメ以外の釣獲率の大部分を占める。地域的に見ればマグロ及びカジキ類（サメを除く）ではニコバル海域が最高で，この海域での平均釣獲率が略々17%に及び，南東へ移るにつれて漸減しジャワ南岸海域では平均が2.34%に低下している。

之らの釣獲率の値は既往に於ける諸海域の平均釣獲率[1),2),3)]に比し稍々大きい。即ち

海域 I ：

	キハダ	メバチ	カジキ類	合計
既往	6.80	0.25	0.40	7.44
今回	16.83	×	×	17.13

×は微小なることを示す。

海域 II ：

	キハダ	メバチ	カジキ類	合計
既往	8.52	0.89	0.71	10.12
今回	12.06	1.34	0.48	13.88

海域 III :

	キハダ	メバチ	カジキ類	合計
既往	3.03	0.65	0.63	4.30
今回	2.34	×	0.62	3.49

*

であるが，海域 III は例外である。勿論，操業期間の長短とズレ及び操業位置の差があるので之らの結果から何らかの結論を導くことは不確かではあるが，時期的には何れも12月乃至1月であるので大略の傾向は窺われよう。海域 I では略々2.5倍の値が示されており，その大部分はキハダである。本海域は，従来釣獲状況の良い地域のようで，白鷹丸は1931年1月に平均19.65，1929年1月27，28両日に夫々16.67及び12.33%を得ている[1),8)]ので，特に今回の釣獲率が高かつたと断定することは出来ない。

海域 II ではメバチとカジキ類は略々全じでキハダが可成り大きく，而も既往資料による月別釣獲率のキハダの最高値10.59[1)]よりも尚大きいことから或いはキハダが増加しているのではないかとも考えられる。

海域 III については対照できる過去の資料は榛名丸のもの[7)]のみ（1933年12月）であり而も月が異なることを考えると，何も積極的判断を行うことは出来ないだろう。

又全漁獲物中の各魚種の組成は第3表の通りで，既往資料[1),7),8)]と対比すれば次のようである。

海域 I :

	キハダ	メバチ	カジキ類
既往	91.6	3.6	4.8
今回	95.9	1.2	3.0

海域 II :

	キハダ	メバチ	カジキ類
既往	84.0	8.8	7.2
今回	86.1	8.9	4.0

海域 III :

	キハダ	メバチ	カジキ類
既往	70.0	15.2	14.7
今回	73.3	1.2	23.3

で各海域共キハダの占める割合が稍々増加しておりメバチの割合が I 及び III で減じているようであるがこの傾向はそれほど有意なものではないと思われる。

Table 3. Composition of species in the total angled fishes (in percentage).

	(1)	(2)	(3)	(1)~(5)	(6)
Dec. 26	53.5		1.0	54.5	45.5
27	61.1		1.9	63.0	37.0
29	84.0	4.0	4.0	92.0	8.0
*	95.9	1.1	3.0	100.0	—
Dec. 31	88.6	2.9	1.4	92.9	7.1
Jan. 2	74.4	2.6		82.1	17.9
3	62.2	8.9	11.1	82.2	17.8
4	58.7	6.5	2.2	67.4	32.6
5	65.1	18.6	2.3	86.0	14.0
*	86.1	8.9	4.0	100.0	—
Jan. 8	40.0		10.0	50.0	50.0
16	45.5			45.5	54.5
18	42.9	3.6	10.7	57.1	42.9
19	54.1		18.9	73.0	27.0
20	44.4		16.7	61.1	38.9
21	53.3		26.7	93.3	6.7
22	14.3		28.6	42.9	54.1
*	73.3	1.2	23.3	100.0	—
* *	84.3	4.6	7.3	100.0	—

Remarks : 1. Numbers in the parentheses have the same meaning as in Table 2.
2. Mark * shows the percentage of each species among the catch excluding the shark and other minor species for each period.

* スンダ及びロンボク両水道については次の記録が存する[2)]。

海域	キハダ釣獲数	カジキ釣獲数	釣獲率
スンダ海峡	9	2	3.7
ロンボク〃	23	3	8.0

サメ喰いについては榛名丸の記録によれば最高40%に達し平均10%内外である[1,7]（海域II）が，第4表に示す通り，海域Iに於いて特に被害が大きく南東に移るにつれて漸減してい

Table 4. Records on injury by the shark, excluding the minor species.

Date	(1)	(2)	(3)	(1)+(2)+(3)
Dec. 26	81.5	—	100.0	80.2
27	66.7	—	50.0	66.2
29	31.0	0.0	50.0	30.4
Average	62.3	0.0	60.0	61.5
Dec. 31	11.3	0.0	0.0	10.8
Jan. 2	24.1	0.0	—	21.9
3	25.0	0.0	0.0	18.9
4	14.8	0.0	0.0	13.8
5	21.4	0.0	0.0	16.2
Average	17.8	0.0	0.0	15.5
Jan. 8	0.0	—	0.0	0.0
16	40.0	—	—	40.0
18	0.0	0.0	33.3	6.3
19	15.0	—	0.0	11.1
20	0.0	—	33.3	9.1
21	12.5	—	0.0	7.1
22	100.0	0.0	0.0	25.0
Average	14.3	0.0	10.5	12.6
	35.3	0.0	15.2	32.0

Remark : Average rate of injury is also shown for each period.

る。各海域毎のサメによる被害率は次のようである（数字は百分率を示す）。

	最 高	平 均	最 低
海域 I	81.2 (83.0)	61.5	30.4 (21.0)
〃 II	21.9 (33.0)	15.5	10.8 (7.0)
〃 III	40.0 (100.0)	12.6	0.0 (0.0)

之で分るように海域Iでのサメ喰いは著しく大きく平均に於ても尚お全釣獲尾数の過半数に及んでいる。海域IIIに於ては一操業日に於ける釣獲数が僅かであるからそれに基いて算出した被害率の数字に依つて判断することは危険であらうが，被害率は北方ほど大きくないことが看出される。括弧内に示した数字は各鉤単位に対する値であるが，後述するように鉤単位或いは深度による被害率の相違は見出されない。

II. カテナリー計算

延縄の各鉤の深度及びその相対的水平距離は，延縄各鉢の幹縄を一本のカテナリーと見做して計算される。計算法については吉原が既に述べたをり又他の成書にも見られるので略述する[3),4),5)]。

今一鉢分の幹縄の長さを2L，各枝縄の長さをh_1，幹縄両端の深度をh_0及び一鉢に含まれる

枝繩の数を（n—1）本とする。我々の場合，2L＝227m，h_1＝24m，h_0＝23m且つ（n—1）＝5であつた。更に幹繩上の一点における切線が水平線となす角をφとし特に幹繩端でのφをφ_0とする(第2′図)。

幹繩中央を原点として x，y 両軸を夫々水平・垂直軸とすれば

$$y_{n-j} = \ell \left[\left(1 - \frac{2j}{n} \right)^2 + \cot^2 \varphi_0 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \left(j \leqq \frac{n}{2} \right)$$

及び

$$x_{n-j} = (\ell \cot \varphi_0) \cdot \cosh^{-1} \left[1 + \tan^2 \varphi_0 \times \left(1 - \frac{2j}{n} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

より幹繩上或る点の位置が定まる。但し，脚符 n は幹繩の一端に対応し，幹繩は（n—1）本の枝繩により n 等分されているものとする。即ち

$$y_n = y(k \cdot \ell) = a / \cos \varphi_0$$

で a はカテナリーの常数。

短縮率 k は，幹繩を海中に置いた場合の両端間の水平巨離 2ℓ と 2L とより求められる。即ち

$$k = 2L / 2\ell = L / \ell$$

であり 2ℓ はレーダーにより或いは両点間の航走時間と速度との積として求められる。

以上の計算により求められた各操業日毎の各鉤の深度及び諸計算要素を第5表に示した。

Table 5. Depth of each hook and horizontal distance between hooks, calculated on the basis of the catenary.

Date	k	φ_0	a	Depth of Hook		
				Nos. 1,5	Nos. 2,4	No. 3
				m	m	m
Dec. 26	.748	61°—09′.1	62.53	77.8	103.6	114.2
27						
29	.862	48—00.8	102.15	72.7	90.9	97.7
31	.943	32—19.0	179.42	64.8	76.3	81.3
Jan. 2	.966	25—19.3	239.87	60.4	69.8	72.7
3	.940	33—06.2	174.09	65.3	76.8	80.9
4	.932	35—04.3	161.67	66.3	78.6	83.1
5	.966	25—19.3	239.87	60.4	69.8	72.7
8	.949	30—41.4	191.24	63.9	74.7	78.3
16	.871	46—39.4	107.12	72.2	89.7	96.6
18	.862	48—00.8	102.15	72.7	90.9	97.7
19						
20	.856	48—53.0	99.07	73.2	91.8	78.7
21	.897	42—18.2	124.73	70.0	85.6	91.1
22	.940	33—06.2	174.09	65.3	76.8	80.9

尙，以下の考察に於ては各鉢共深度の等しい鉤を合一して，即ち（No. 1 とNo. 5），（No. 2 とNo. 4）及び（No. 3） とに分けて考える。

III. 釣 獲 率 （キハダ）

各鉤毎の釣獲率（鉤100に対する漁獲尾数）は第6表中に示してある。各鉤単位（即ち1と

Table 6. Details of angling for each hook-unit.

Date	Hook Number	Depth of Hook (m)	Number of Hooks	Yellowfin Tuna			Bigeyed Tuna			Spear- and sail-fishes			Shark		Rate of Injured Yellowfin	Water Temp. (°C)	Gradient of Temp.	Mean Temp.	Centro -water Temp.	Angling Rate of Yellowfin
				Sound	Injured	Total	Sound	Injured	Total	Sound	Injured	Total	Scar	Captured						
Dec.	1. 5	77.8	120	3	15	18							15	15	.83	27.11				15.00
26	2. 4	103.6	120	4	15	19				0	1	1	16	22	.79	23.45	1.42	24.53	23.66	15.83
	3	114.2	60	3	14	17							14	9	582	21.94				28.30
	1. 5	77.8	120	7	17	24				1	0	1	17	10	.67	23.98				20.00
27	2. 4	103.6	120	10	18	28				0	1	1	19	17	.64	20.43	1.36	21.49	21.00	23.33
	3	114.2	60	5	9	14							9	13	.64	19.02				23.33
	1. 5	73.2	160	15	4	19	1	0	1	1	0	1	4	3	.21	26.82				11.88
29	2. 4	90.9	160	11	7	18	1	0	1	0	1	1	8	0	.39	22.32	2.60	23.69	23.24	11.25
	3	97.7	80	3	2	5							2	1	.40	20.45				6.24
	1. 5	64.8	122	20	3	23	1	0	1				3	1	.13	27.67				18.85
31	2. 4	76.3	122	20	2	22							2	3	.09	27.34	0.44	27.43	27.26	18.03
	3	81.3	61	15	2	17	1	0	1	0	1	1	3	1	.12	26.94				27.87
Jan.	1. 5	60.4	120	10	4	14							4	5	.29	28.04				11.67
2	2. 4	69.8	120	9	1	10	1	0	1	(2)		(2)	1	2	.10	28.06	−0.02	28.05	28.05	8.33
	3	72.7	60	3	2	5							2	0	.40	28.07				8.30
	1. 5	64.8	160	9	3	12	1	0	1	1	0	1	3	3	.25	27.78				7.50
3	2. 4	76.3	160	10	3	13	2	0	2	1	0	1	3	2	.23	27.54	0.18	27.61	25.69	8.13
	3	81.3	80	2	1	3	1	0	1	3	0	3	1	3	.33	27.48				3.75
	1. 5	66.3	160	14	1	15							1	4	.07					9.38
4	2. 4	78.6	160	6	2	8	2	0	2	1	0	1	2	7	.25	<28.00	—	—	—	5.00
	3	83.1	80	3	1	4	1	0	1				1	4	.25					5.00
	1. 5	60.4	80	10	4	14	3	0	3	1	0	1	4	2	.29	28.16				8.75
5	2. 4	69.8	80	10	1	11	5	0	5				1	3	.09	27.88	0.29	27.98	27.99	6.88
	3	72.7	40	2	1	3							1	1	.33	27.80				3.75
	1. 5	63.9	160	1	0	1				1	0	1	0	1	0	25.93				1.25
8	2. 4	74.7	160	2	0	2							0	2	0	23.86	2.08	24.53	23.91	2.50
	3	78.3	80	1	0	1							0	2	0	22.94				2.50
	1. 5	72.2	160	3	2	5							2	9	.40	23.96				3.13
16	2. 4	89.7	160	3	1	4							1{1}	2	.25	22.08	1.09	22.64	22.79	2.50
	3	96.6	80	0	1	1							1	1	1.00	21.29				1.25
	1. 5	72.7	160	6	0	6				1	0	1	{1}	3	0	25.48				3.75
18	2. 4	90.9	160	5	0	5	1	0	1	1	0	1	0	6	0	23.02	1.35	23.78	24.01	3.13
	3	97.9	80	1	0	1				0	1	1	1	3	0	22.09				1.25
	1. 5	72.7	160	6	2	8				1	0	1	2	5	.25	24.68				5.00
19	2. 4	90.9	160	5	1	6				6	0	6	1	4	.17	22.32	1.30	23.05	22.63	3.75
	3	97.9	80	6	0	6							0	1	0	21.41				7.50
	1. 5	73.2	200	3	0	3				2	1	3	1{1}	2	0	27.83				1.50
20	2. 4	91.8	200	4	0	4							0	4	0	24.85	1.64	25.78	25.58	2.00
	3	98.7	100	1	0	1							0	1	0	23.66				1.00
	1. 5	70.0	160	2	0	2	[1]		[1]				0	0	0	24.79				1.25
21	2. 4	85.6	160	4	1	5	[1]		[1]	2	0	2	1	1	.20	23.40	0.90	23.85	23.60	3.13
	3	91.1	80	1	0	1				2	0	2	0	0	0	22.90				1.25
	1. 5	65.3	160	0	1	1							1	0	1.00	28.11				0.03
22	2. 4	76.8	160	0	0	0	1	0	1	2	0	2	0	1	0	27.26	0.96	27.49	28.11	0
	3	80.9	80	0	0	0							0	3	0	26.61				0

Remark : Only for the yellowfin tuna angling rate (k) is shown.

5，2と4 ，及び3）毎に考えると，その度数分布は第7表及び第3図のようになる。

Table 7. Distribution of angling rate (k) for each hook-unit (Yellowfin tuna).

k \ Hook	(1, 5)	(2, 4)	(3)	Total
0～ 5.0	6	7	8	21
5.0～10.0	4	4	4	12
10.0～15.0	3	1	0	4
15.0～20.0	1	2	0	3
20.0～25.0	1	1	1	3
25.0～30.0	0	0	2	2
Total	15	15	15	45

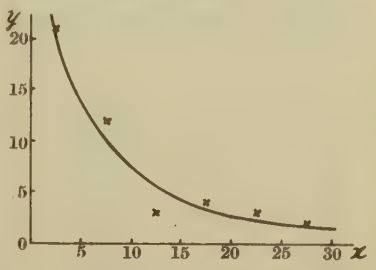


Fig. 3. Showing distribution of angling rate for each hook-unit.

分布は略々指数分布に従う。鉤の区別なしに各操業日毎の釣獲率の分布をみると更に一層指数型に近い。その各々を対数変換すると第4図となる。

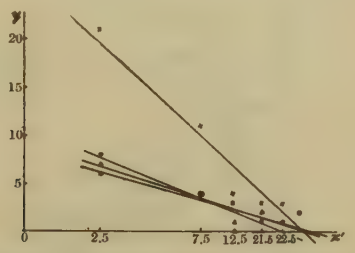


Fig. 4. Showing distribution of angling rate on logarithmic-grid.
Remark : Numbers I, II, III and IV in this figure correspond to the whole hook-unit, (1,5) -hook-unit, (2, 4) -hook-unit and (3) -hook-unit respectively.

対数変換を行つた場合各操業日毎及び各鉤単位毎の釣獲率の度数分布は次の一次式で近似できる。　$x' = \log x$ である。

$$\begin{cases} \text{各作業日に対し} \cdots y = 28.20 - 19.31x', \\ \text{鉤（1, 5）} \cdots y_{1,5} = 8.71 - 5.79x', \\ \text{鉤（2, 4）} \cdots y_{2,4} = 9.52 - 6.55x', \\ \text{鉤（ 3 ）} \cdots y_3 = 9.96 - 6.96x'. \end{cases}$$

IV. 釣獲率と環境諸要因との関係（キハダ）

各鉤単位毎の深度に対応する水温を海洋観測結果より推算し，各操業日毎に鉤単位上下両限間の平均水温及び平均水温勾配並びに重心水温を算出した。平均水温は各鉤単位に対応する水深及び水温を夫々 (d_1, t_1)，(d_2, t_2)，……とするとき　$\bar{t} = \{\frac{(t_1+t_2)}{2}(d_1-d_2) + \frac{(t_2+t_3)}{2}(d_2-d_3)\} / \{(d_1-d_2)+(d_2-d_3)\}$，重心水温は各鉤単位に対応する水温にその鉤単位での釣獲尾数をウエイトとして乗じて平均水温に準ずる方法で計算した。重心水温を考えたのは，平均水温は各鉤単位を含む層内での単なる平均にすぎず，魚の棲息に密接に関連している水温としては魚の分布の重心附近に成る可く近いものが望ましいと思われたためであるが，我々の場合には平均水温と重心水温との間に殆んど差を認めることが出来なかつたのは以下の考察に於いて明かであろう。

更に各鉤単位毎の釣獲率及び各操業日毎の平均釣獲率を算出して上記諸数値と共に第6表に示した。

1．kとtとの関係

第8表の如く明確な相関々係は認めら

Table 8. Relationship between angling rate (k) and its corresponding water temperature (t °C) for the yellowfin tuna.

t \ k	0～ 5.0	5.0～ 10.0	10.0～ 15.0	15.0～ 20.0	20.0～ 25.0	25.0～ 30.0	Total
19～20					1		1
20～21		1			1		2
21～22	1	1				1	3
22～23	5		1				6
23～24	5			1	1		7
24～25	2	1					3
25～26	2						2
26～27	1		1			1	3
27～28	4	3		3			10
28～29	1	6	1				8
Total	21	12	3	4	3	2	45

Table 9. Relationship between angling number (n) and average of angling rate (Σk/n) for each division of water temperature (in °C) for the yellowfin tuna.

t	n	Σki	$\frac{1}{n}$ Σki
19 ～ 20	1	22.5	22.5
20 ～ 21	2	36.0	18.0
21 ～ 22	3	37.5	12.5
22 ～ 23	6	25.0	4.2
23 ～ 24	7	45.0	6.4
24 ～ 25	3	12.5	4.2
25 ～ 26	2	5.0	2.5
26 ～ 27	3	42.5	14.2
27 ～ 28	10	85.0	8.5
28 ～ 29	8	60.0	7.5

れないが，t = 22°～24° 及び t = 27°～29° に夫々モードがあり，全操業日を次のように区分すると，前者は海域 III に後者は海域 II に対応する。即ち

海域 I ： ニコバル島附近
〃 II ： ニアス島附近
〃 III ： ジャワ 南岸～東方海域。

又各水温区分に対する釣獲率の平均を考えると第 9 表の如く，甚だ興味ある事実が得られた。即ち「各水温区分に対する釣獲回数と釣獲率平均とを両軸とする図上にプロットすると，水温平均19.5°より22.5°迄はその順に一直線上に並び，又22.5° から28.5° 迄は 26.5° を除いて略々全一直線上に並ぶ。第 1 の直線については釣獲回数と釣獲率平均値とが逆比例をなし，第2の直線では正比例の関係が示される。」この内 t = 27.5° 及び28.5°は海域 II だけのものであるから海域 I と III とについては第 5 図中破線で示す関係が，釣獲回数と釣獲率平均との間に成立つものとすれば，累計釣獲率は t = 22.5°～23.5° 附近で極大になり，この水温範囲に於て最も効果的な釣獲が期待されよう。

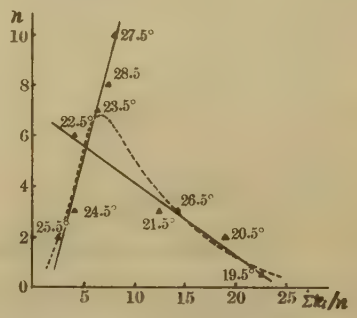


Fig. 5. Relation between frequency of angling (n) and average of angling rate (Σk/n) for each division of water temperature (in°C).
Remark : The reader is referred to the text for full account of the relation shown in this figure.

2. $\bar{k}$ と $\bar{t}$ との関係（第10表）。

この場合にも両者間に明かな相関々係は認められず，$\bar{t}$ = 23°～24° 及び $\bar{t}$ = 27°～28° に

Table 10. Relationship between average water temperature (in °C) and average rate of angling ($\bar{k}$) for each fishing for the yellowfin tuna.

$\bar{t}$ \ k	0～5.0	5.0～10.0	10.0～15.0	15.0～20.0	20.0～25.0	Total
21～22					1	1
22～23	1					1
23～24	2	1	1			4
24～25	1			1		2
25～26	1					1
26～27						0
27～28	1	2			1	4
28～29		1				1
Total	6	4	1	1	2	14

夫々モードが在り，前者は海域 III に後者は海域 II に対応する。地域的にみれば多少の重なりはあるが平均水温は次のような範囲に分布している。

海　域 I ： 21° ～ 25°,
〃　II ： 27° ～ 29°,
〃　III ： 22° ～ 26°.

3. $\bar{k}$ と t_g との関係（第11表）。

$\bar{t}$ の場合と略々同様であるが，この場合著しいモードは t_g =23° ～24°に一つだけあり，且

Table 11. Relationship between centro-water-temperature (in °C) and average rate of angling ($\bar{k}$) for each fishing for the yellow-fin tuna.

t_g \ $\bar{k}$	0～5.0	5.0～10.0	10.0～15.0	15.0～20.0	20.0～25.0	Total
21～22					1	1
22～23	1	1				2
23～24	2		1	1		4
24～25	1					1
25～26	1	1				2
26～27						0
27～28		1			1	2
28～29	1	1				2
Total	6	4	1	1	2	14

つ $\bar{t}$ の場合よりも分布が稍々拡がつて次のような範囲に分布している。

海 域 I ： 21° ～ 24°,
〃 II ： 27° ～ 29°,
〃 III ： 22° ～ 26°.

4. $\bar{k}$ と G_t との関係（第12表）。

全域に互つての明かな関係はみられないが， 地域的には海域 I では範囲が著しく拡がつて

Table 12. Relationship between gradient of water temperature (in °C per 10m) and average rate of angling ($\bar{k}$) for each fishing the yellowfin tuna.

G_t \ $\bar{k}$	0～5.0	5.0～10.0	10.0～15.0	15.0～20.0	20.0～25.0	Total
−0.5～0		1				1
0～0.5		2			1	3
0.5～1.0	2					2
1.0～1.5	2	1		1	1	5
1.5～2.0	1					1
2.0～2.5	1					1
2.5～3.0			1			1
Total	6	4	1	1	2	14

おり，II 及び III では夫々−0.5～0.5 及び 0.5～2.5 の範囲にある。

V. k及び$\bar{k}$に対する諸要因間の相互関係

1. t と G_t との相互関係（第13～15表）。

何れの場合にも明瞭な関係は認められないが，海域別に考えると略々次のようになる。

海 域 I ： G_t = 1.0 ～ 1.5
t = 19 ～ 24°C
海 域 II ： G_t = 0.0 ～ 0.5
t = 26 ～ 28°C

に大凡の中心がある。

海 域 III : $G_t = 1.0 \sim 1.5$
$t = 21 \sim 25°C$

に大凡の中心がある。

Table 13. Interrelationship between water temperature(in °C) and their gradient (in °C per 10m) for average of angling rate ($\Sigma k/n$) for the yellowfin tuna.

t \ G_t	−0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
19 ~ 20				23.33				23.33
20 ~ 21				23.33			6.25	29.58
21 ~ 22				12.35				12.35
22 ~ 23			1.25	2.50		2.50	11.25	17.50
23 ~ 24			3.13	10.52	1.00	2.50		17.15
24 ~ 25			1.25	5.00	2.00			8.25
25 ~ 26				3.75		1.25		5.00
26 ~ 27		27.87					11.88	39.75
27 ~ 28	9.44	9.56		15.00	1.50			35.50
28 ~ 29		8.75	0.03					8.78
Total	9.44	46.18	5.66	95.78	4.50	6.25	29.38	197.19

Table 14. Interrelationship between water temperature (in °C) and their gradient (in °C per 10m) for sum of angling rate (Σk) for the yellowfin tuna.

t \ G_t	−0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
19 ~ 20				23.33				23.33
20 ~ 21				23.33			6.25	29.58
21 ~ 22				37.05				37.05
22 ~ 23			1.25	7.50		2.50	11.25	22.50
23 ~ 24			3.13	42.08	1.00	2.50		48.71
24 ~ 25			1.25	5.00	2.00			8.25
25 ~ 26				3.75		1.25		5.00
26 ~ 27		27.87					11.88	39.75
27 ~ 28	28.32	66.92		15.00	1.50			111.74
28 ~ 29		8.75	0.03					8.78
Total	28.32	103.54	5.66	157.04	4.50	6.25	29.38	334.69

Table 15. Interrelationship between water temperature (in °C) and their gradient (in °C per 10m) for frequency of angling (n) for the yellowfin tuna.

t \ G_t	−0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
19 ~ 20				1				1
20 ~ 21				1			1	2
21 ~ 22				3				3
22 ~ 23			1	3		1	1	6
23 ~ 24			1	4	1	1		7
24 ~ 25			1	1	1			3
25 ~ 26				1		1		2
26 ~ 27		1					1	2
27 ~ 28	3	7		1	1			12
28 ~ 29		1	1					2
Total	3	9	4	15	3	3	3	40

2. $\bar{t}$ 或いは g_t と G_t との相互関係 (第16~17表)。

各海域毎に分離していて全体としての一般的傾向は認め難いが，何れの場合にも大略次の直線関係が存するように思われる。この傾向は g_t と G_t との間での方が t と G_t との間でよりも一層著しく，

g_t と G_t : $g_t = 26.743 - 1.758G_t$,
$\bar{t}$ と G_t : $\bar{t} = 27.865 - 2.542G_t$

Table 16. Interrelationship between average water temperature (in °C) and gradient of water temperature (in°C per 10m) for frequency of angling (n) for the yellowfin tuna.

$\bar{t}$ \ G_t	−0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
21 ~ 22				1				1
22 ~ 23				1				1
23 ~ 24			1	2			1	4
24 ~ 25				1		1		2
25 ~ 26					1			1
26 ~ 27								0
27 ~ 28		3						3
28 ~ 29	1		1					2
Total	1	3	2	5	1	1	1	14

Table 17. Interrelationship between centro-water-temperature (in °C) and gradient of water temperature (in °C per 10 m) for frequency of angling (n) for the yellowfin tuna.

g_t \ G_t	−0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total
21 ~ 22				1				1
22 ~ 23				2				2
23 ~ 24			1	1		1	1	4
24 ~ 25				1				1
25 ~ 26		1			1			2
26 ~ 27								0
27 ~ 28		2						2
28 ~ 29	1		1					2
Total	1	3	2	5	1	1	1	14

であり，何れの場合にも負の相関が僅かに認められ，共に $r = -0.64$ である。

VI. サメによる被害

全般的に考えるとサメによる釣獲魚の被害は海域Iで大きく，その中でも特にニコバル海域で甚大であつたが，メバチは殆んど被害をうけなかつた。

1．キハダマグロの被害率（第18～19表）。

各操業日各鉤単位毎のキハダマグロの被害尾数は第3表に示す通りである。今キハダマグロの釣獲率(全尾数)と被害率（全尾数）との関係を考察すれば，釣獲率（k）と被害率（i）との間には弱い正の相関（$r=0.662$）が，又釣獲尾数と被害尾数との間にも同様に弱い相関（$r=0.563$）が共に認められる* このように相関の度合が弱いことは，サメ自体の分布が水温及びその他の要因によつて左右されることに基くものと思われる。

Table 18. Relationship between angling rate (k) and injury rate (i) of the yellowfin tuna.

i \ k	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	Total
0~ 20	12	4		2		1	19
20~ 40	6	4	3				13
40~ 60	1	3	1	1			6
60~ 80			1	1	3		5
80~100				1		1	2
Total	19	11	5	5	3	2	45

Table 19. Relationship between number of the fished yellowfin tuna (m) and number of the fish injured by the shark (m').

m' \ m	1~6	7~12	13~18	19~24	25~30	Total
0	12	0	3	2		17
1~ 3	11	5	2	1		19
4~ 6		1	2			3
7~ 9						0
10~12			3	2		5
13~15					1	1
Total	23	6	10	5	1	45

* このことは中村博士も指摘しているが明確な根拠はないもののようである[1]。

Table 20. Relationship between water temperature (in°C) and rate of injury (i).

i \ t	19～21	21～23	23～25	25～27	27～29	Total
0～ 20		5	5	4	7	21
20～ 40		2	2	1	8	13
40～ 60	1		1		1	3
60～ 80	2		2			4
80～100		2			2	4
Total	3	9	10	5	18	45

2．水温と被害率との関係（第20表）。

この場合には，$r=-0.203$ となり相関は殆んど有意とは認められない。

3．サメによる被害尾数とサメの釣獲尾数との関係（第21表）。

サメによる被害尾数（m′）とサメの釣獲尾数（sh）との間には著しい正の相関（$r=0.81$）が認められ，又 s に対する sh の回帰直線　$sh=5.27+1.17m'$　から，サメによる被害尾数に基いて害を加えるサメの潜在量を推定することが出来るであろう。そのようにしてえられたサメの潜在量と水温との関係を調べたが，その間に何等明かな関係は認められなかつた。

Table 21. Relationship between number of the tuna injured by the shark and catch of the shark.

Scar \ Captured	0～3	4～7	8～11	12～15	16～19	20～23	Total
0 ～ 3	27	7	1				35
4 ～ 7	2	1					3
8 ～ 11	1			1			2
12 ～ 15			1	1			2
16 ～ 19			1		1	1	3
Total	30	8	3	2	1	1	45

4．サメの深度別分布（第22表）。

サメによる被害が水温に対し明瞭な関係を示さぬ* ことが分つたので釣獲されたサメの深度による分布を調べると第22表の如く，75～80m附近及び100～115m附近にモードを示しているが，一般に分布は不規則であり，且つ游泳深度は主に餌となる魚の存在位置によつて左右されるものゝ如く思われる。

Table 22. Distribution of the shark corresponding to each division of depth (in m).

Depth	Freq.
60 ～ 65	12
65 ～ 70	9
70 ～ 75	25
75 ～ 80	40
80 ～ 85	11
85 ～ 90	3
90 ～ 95	14
95 ～ 100	7
100 ～ 105	39
105 ～ 110	0
110 ～ 115	22
Total	182

要　　約

1．釣獲率は指数型分布を示す。

2．釣獲層の水温・平均水温・重心水温及び水温勾配の諸要因に関して，釣獲率 k は，海域 I と III とで類似の様相を示すが，海域 II 即ちニアス島附近は特異の様相を示す。

* 第23表にサメ釣獲尾数の温度による分布を示す。

Table 23. Distribution of the shark in relation to water temperature (in °C).

t	Freq.
19 ～ 20	13
20 ～ 21	18
21 ～ 22	11
22 ～ 23	11
23 ～ 24	51
24 ～ 25	9
25 ～ 26	4
26 ～ 27	4
27 ～ 28	34
28 ～ 29	23
Total	182

3. k は t=21～23 (°C), 27～29 (°C) にモードがあり，前者は海域 I と III に，後者は海域 II に対応する。

4. 海域 II を除けば，各水温区分（1°C毎）に対する釣獲回数と釣獲率平均とは，第4図の破線で示され，これより最も有効な釣獲水温は，t=22.5～23.5 (°C) であろう。

5. $t \cdot \bar{t} \cdot g_t$ 及び G_t の中のどれか2つが k に対して特別の関連を示すような結論は得られなかつた。

6. サメによる被害尾数とサメの釣獲尾数とは可成りの正相関を示すが，キハダの被害率とキハダの釣獲率との間にはそれほど著しい相関は認められない。又サメの垂直分布は水温，深度共に余り関係がないようである。

尚水平分布については，第2報に於て報告する予定である。

文　献

1) 中村広司：1951．南海区水産研究所報告，第1号．

2) 相川広秋：1943．大東亜海の海況と生物及び漁業，「大平洋の海洋と陸水」，太平洋協会．

3) 吉原友吉：1951．鮪延縄の漁獲分布，II，垂直分布，日水誌，**16**（8），370～374．

4) 吉原友吉：1954．鮪延縄の漁獲分布，IV．短縮率計算表及び図表，日水誌，**19**（10），1012～1014，

5) 小平吉男：1931．物理数学，岩波書店，東京．

6) 岩手県水産試験場：1954．昭和28年度南洋鮪漁業試験調査報告，No. 4．

7) 農林省水産局：1935．昭和8年度南方漁業調査報告書．

8) 農林省水産局：1933．昭和6年度南方漁業調査報告書．

カムチヤツカ西岸沖の冷凍母船に附属する機船底曳網漁船の漁獲状況と操業状態について※

渡　辺　享

On the Amount of Catches and Operating State of Pair Trawlers with the Freezing Mother Ship off the West Coast of Kamchatka.

By
Tōru WATANABE

The data on which the present paper is based were obtained by the following equipments and fishing conditions :

1. Freezing mother ship, gross tonnage 8237 tons.
2. Catcher boats.
   A. Pair trawlers each gross tonnage 80 tons ····· 2 pair group.
   B. Steam trawler gross tonnage 270 tons ····· one boat.
3. Duration of staying on the fishing ground ····· 74 days.
   Arrived at fishing ground ····· July 6, 1942.
   Operation finished ····· Sept. 18, 1942.
4. Amount of products····· frozen fish 5460 tons.

Operating state of pair trawlers summed up :

Net staying days on the fishing ground ····· 74 days.
Net idle days ····· 11 days 8.13 hours.
Net total fishing days ····· 62 days 15.87 hours.
Average number of towing operation on net total fishing days per day ····· 7.84 times.
Average time per haul····· 3.06 hours.

Fishing gear used for the towing is of the following dimensions :

Length of head rope ····· 229 feet,
Length of ground rope····· 246 feet,
Length of each warps····· 800 meters,
Mesh size of cod end ····· 5.4 inches.

Average amount per haul was 6.26 tons, standard deviation of catches per haul 1.19 tons : mixed flat fish 6.03 tons, standard deviation 1.23 ton and codfish 0.23 tons. These are stable conditions.

Average time spent per haul is 3.06 hours, standard deviation 0.71 hours. The

※ 水産講習所研究業績　第124号.

time in hours per haul was dependent on the nature of fishing ground and mutual operating conditions between the mother ship and its accompanying catchers. Both the ship-types have been comparatively efficiently operating.

Aconsiderable amount of catch was obtained in the greater part of the covered area.

Among others, anchoring positions E. and K. of mother ship and their vicinities were subjected to relatively variable temperatues of water surface. These areas were noted for the most abundant catches.

It may be said that the above mentioned figures concerning the operating state is one of the important elements for deciding whether the fishing ground is profitable or not for this enterprise.

緒 言

漁場価値は，各種の漁業が種々の型態と規模に於いて，或る漁場で操業した場合その結果得られた企業的価値の程度によつて現わされる。この企業的価値を決定する一つの要素となる漁場滞在中の操業状態を主として漁業管理上の見方から，即ち採算に及ぼす影響のある基礎的の要点を分析して数値で示すことを目的とした。

これに用いた資料は，冷凍母船総屯数8237屯附屬キヤッチヤーは二艘曳機船底曳網漁船総屯数80屯2組スチームトロール船総屯数270屯1隻の船団によつて昭和17年7月6日漁場到着，9月18日漁場引揚，正味漁場滞在日数74日間，冷凍魚5640屯を生産したものによつた。

この漁場に於て，底曳網で漁獲される主な魚種はスケソウ，タラ，カレイ，ホツケ，カジカ，カスベ等とタラバガニである。これ等の内豊富に漁獲されるものは，スケソウ，タラ，カレイ，ホツケ，カスベである。

この漁場の漁獲物を食用に供する目的で底曳網漁業が営まれる場合は，採算上からカレイ漁を主目的として操業が行われ，従つてカレイ漁場を選択して重点的に操業が継續される。

カレイの漁獲は豊富で安定しており，母船との共同作業を能率化するために凡有点から検討され対処されておる訳であるが，採算上不利なスケソウ，タラ，ホツケ等の入網は主として作業能率を低下する観点から，昭和15年 Bristol Bay でこの種漁業が初めて行われて以来，カレイ漁に対する網目の大きさが研究され，Cod end の目合は4.5寸，マニラトワイン1.6匁糸二子程度に調整され，大体その目的を達成することが出来た。

使用された底曳網は Head rope 229尺，Ground rope 246尺，曳綱片袖約4丸程度のものを用い，漁場滞在中の漁獲量は270屯級スチームトロール船でトロール網の Head rope 146尺 V. D. 式を用いたものと比較しかなり多量であり，操業能率は極めて優秀なことを示した。

この操業能率は，この漁場の資源状態並に漁獲物の市場性から見て，現在の底曳網漁船，漁具の形式によるものを改良する程度では，余り多くを期待することは困難であると思はれる。従つてこの漁獲量を，この時期のこの漁場に於ける底曳網漁業経営の基礎的数値として用いた場合，信頼度の高い資料であると確言出来る。

1. 漁 獲 量

冷凍母船と底曳網漁船との合同作業に於ける底曳網漁船の一般的な操業状態は

(1) 潮上りの状態……漁獲物の受渡し完了後母船を離れ曳網状態に入る準備として，潮上或は風上に至り投網する迄の作業状態を云う。

(2) 曳網状態……投網から曳網し，揚網後 Cod end を舷側にとる迄の状態を云う。

(3) 漁獲物を母船に受渡す状態……漁獲物の入った Cod end を母船舷側に運び，母船が漁獲物を甲板上に引揚げ，Cod end を母船から受取り，母船舷側から離れる迄の状態を云う。

以上(1)(2)(3)の作業状態は母船を中心として一般的には，約3浬の距離から母船に向け曳網する作業を反復する，この一回を曳網一回と云う。実際の操業は漁況により漁場を選定するが，その範囲は10浬を出ない。

Table 1. Daily average catches per haul by pair trawler A & B.

Date		Mothership's Position	Catches per haul							
			A				B			
			No. of hauls for a day	Cod ton	Flat fish ton	Total ton	No. of hauls for a day	Cod ton	Flat fish ton	Total ton
July	6	A	6	0.67	6.83	7.50	5	1.00	6.30	7.30
	7	〃	8	0.31	5.00	5.31	9	0.67	4.94	5.61
	8	〃	9	0.22	8.00	8.22	9	0.33	6.83	7.16
	9	〃	7	0.14	7.36	7.50	7	0.36	7.21	7.57
	10	〃	9	0.17	7.50	7.67	8	0.06	6.81	6.87
	11	〃	9	0.11	7.39	7.50	6	0.08	6.59	6.67
	12	〃	5	0.00	6.40	6.40	9	0.11	5.33	5.44
	13	〃	1	0.00	10.00	10.00	8	0.13	6.50	6.63
	14	〃	4	0.00	5.25	5.25	8	0.06	4.69	4.75
	15	B	4	0.13	7.89	8.00	7	0.00	8.71	8.71
	16	〃	4	0.13	8.50	8.63	7	0.00	9.25	9.25
	17	〃	9	0.06	7.11	7.17	4	0.06	6.66	6.72
	18	〃	7	0.07	5.36	5.43	9	0.14	5.79	5.93
	19	〃	7	0.00	6.14	6.14	8	0.00	5.38	5.38
	20	C	8	0.17	8.42	8.59	6	0.17	8.42	8.59
	21	〃	7	0.29	5.85	6.14	7	0.29	5.85	6.14
	22	〃	6	0.00	5.08	5.08	6	0.00	5.08	5.08
	23	〃	6	0.00	6.25	6.25	9	0.00	4.38	4.38
	24	〃	9	0.11	6.61	6.72	7	0.07	6.36	6,43
	25	〃	6	0.08	7.50	7.58	6	0.00	5.75	5.75
	26	〃	4	0.25	3.75	4.00	6	0.25	4.58	4.83
	27	〃	3	0.33	5.50	5.83	7	0.07	4.93	5.00
	28	D	4	0.00	6.75	6.75	4	0.00	5.13	5.13
	29	〃	4	0.00	7.88	7.88	4	0.13	8.37	8.50
	30	〃	8	0.06	6.00	6.06	7	0.00	7.29	7.29
	31	〃	8	0.06	7.13	7.19	8	0.25	5.63	5.88
Aug.	1	〃	8	0.06	6.00	6.06	7	0.00	6.21	6.21
	2	〃	6	0.08	6.09	6.17	8	0.13	6.43	6.56
	3	〃	9	0.11	6.95	7.06	8	0.19	6.06	6.25
	4	〃	8	0.19	6.25	6.44	6	0.17	8.08	8.25
	5	〃	6	0.00	7.25	7.25	8	0.25	7.13	7.38
	6	〃	8	0.13	6.25	6.38	8	0.13	6.18	6.31
	7	〃	9	0.17	6.55	6.72	8	0.13	4.43	4.56
	8	〃	9	0.06	4.83	4.89	8	0.13	4.75	4.88
	9	E	5	0.20	9.00	9.20	6	0.08	6.92	7.00
	10	〃	9	0.28	6.83	7.11	8	0.13	5.37	5.50
	11	〃	7	0.21	7.07	7.28	6	0.17	7.50	7.67
	12	〃	8	0.25	6.63	6.88	8	0.13	6.56	6.69
	13	〃	9	0.00	4.44	4.44	8	0.06	5.19	5.25
	14	〃	9	0.17	4.83	5.00	8	0.19	5.87	6.06
	15	〃	8	0.13	6.06	6.19	7	0.21	6.93	7.14
	16	〃	6	0.33	7.58	7.91	6	0.17	7.75	7.92
	17	〃	7	0.00	5.70	5.70	7	0.14	5.07	5.21
	18	F	9	0.17	6.16	6.33	8	0.19	6.87	7.06
	19	〃	8	0.00	5.75	5.75	7	0.07	5.64	5.71
	20	〃	5	0.10	6.00	6.10	4	0.13	5.25	5.38
	21	〃	8	0.19	5.00	5.19	5	0.10	4.50	4.60
	22	〃	4	1.00	4.63	5.63	3	0.67	6.33	7.00

	23	G	8	0.38	7.12	7.50	8	0.25	6.38	6.63
	24	〃	7	0.36	7.21	7.57	7	0.36	7.64	8.00
	25	〃	8	0.38	5.68	6.06	5	0.30	6.60	6.90
	26	〃	8	0.38	6.06	6.44	8	0.31	6.75	7.06
	27	〃	8	0.38	5.18	5.56	8	0.31	5.69	6.00
	28	〃	6	0.33	5.58	5.91	4	0.50	7.13	7.63
	29	〃	8	0.56	6.00	6.56	7	0.57	5.86	6.43
	30	H	5	0.40	4.60	5.00	5	0.40	5.10	5.50
	31	〃	8	0.31	4.63	4.94	8	0.25	4.44	4.69
Sept.	1	〃	9	0.06	3.44	3.50	8	0.13	3.75	3.88
	2	I	8	0.25	5.44	5.69	8	0.69	4.94	5.63
	3	〃	8	0.31	5.19	5.50	8	0.44	5.06	5.50
	4	〃	8	0.44	4.00	4.44	3	1.00	4.33	5.33
	5	〃	5	0.40	2.90	3.30	4	0.25	4.50	4.75
	6	J	7	0.43	4.93	5.36	3	0.83	6.17	7.00
	7	〃	8	0.56	5.50	6.13	7	0.57	5.14	5.71
	8	〃	6	0.42	6.00	6.42	8	0.38	5.56	5.94
	9	〃	6	0.75	1.75	2.50	7	1.21	3.07	4.28
	10	K	9	0.44	4.94	5.38	8	0.31	4.88	5.19
	11	〃	5	0.20	6.40	6.60	2	0.00	7.25	7.25
	12	〃	4	0.13	6.00	6.13	3	0.16	8.17	8.33
	13	〃	1	0.00	5.00	5.00	1	0.00	5.00	5.00
	14	〃	7	0.14	6.36	6.50	4	0.00	4.88	4.88
	15	〃	4	0.25	7.13	7.38	4	0.00	7.25	7.25
	16	〃	6	0.42	5.33	5.75	6	1.00	5.17	6.17
	17	〃	7	0.21	3.64	3.85	1	0.17	6.83	7.00

Table 2. Average catches per haul by pair trawler A & B.

Item	A	B	Average
Net fishing days	74 days	74 days	74 days
Total no. of hauls	499 times	483 times	491 times
Average catches per haul	6.26 tons	6.27 tons	6.26 tons
Flatfish	6.04 tons	6.02 tons	6.03 tons
Cod	0.22 tons	0.25 tons	0.23 tons

曳網1回当りの漁獲量は，第1表の資料から第2表が算出され，A組は6.26屯，この内カレイ6.04屯，タラ0.22屯，B組は6.27屯，カレイ6.02屯，タラ0.25屯，A.B組の平均は6.26屯，カレイ6.03屯，タラ0.23屯で，A.B組曳網1回当り漁獲量の標準偏差は1.19屯，A組は1.23屯，B組は1.15屯，カレイは1.23屯で，A組は1.29屯，B組は1.18屯であつた。

以上は全操業期間を通じ漁獲量が豊富であると共に，安定しておることを示している。

2. 正味操業一日当り曳網回数

底曳網漁船が冷凍母船と共同作業をする時に，曳網が順調に行はれておる場合の所要時間は，(1)潮上り時間……約30分前後，(2)曳網の時間……約1時間——1時間30分，(3)漁獲物受渡しに要する時間……約40分前後，従つて曳網1回当り所要時間……2時間10分——2時間40分程度で，1昼夜に大体曳網回数9網程度で，操業実績も1日当り最高曳網回数は9回である。

1日当り曳網回数は，漁場に於ける自然的条件と作業状態によつて低下させられる。（操業

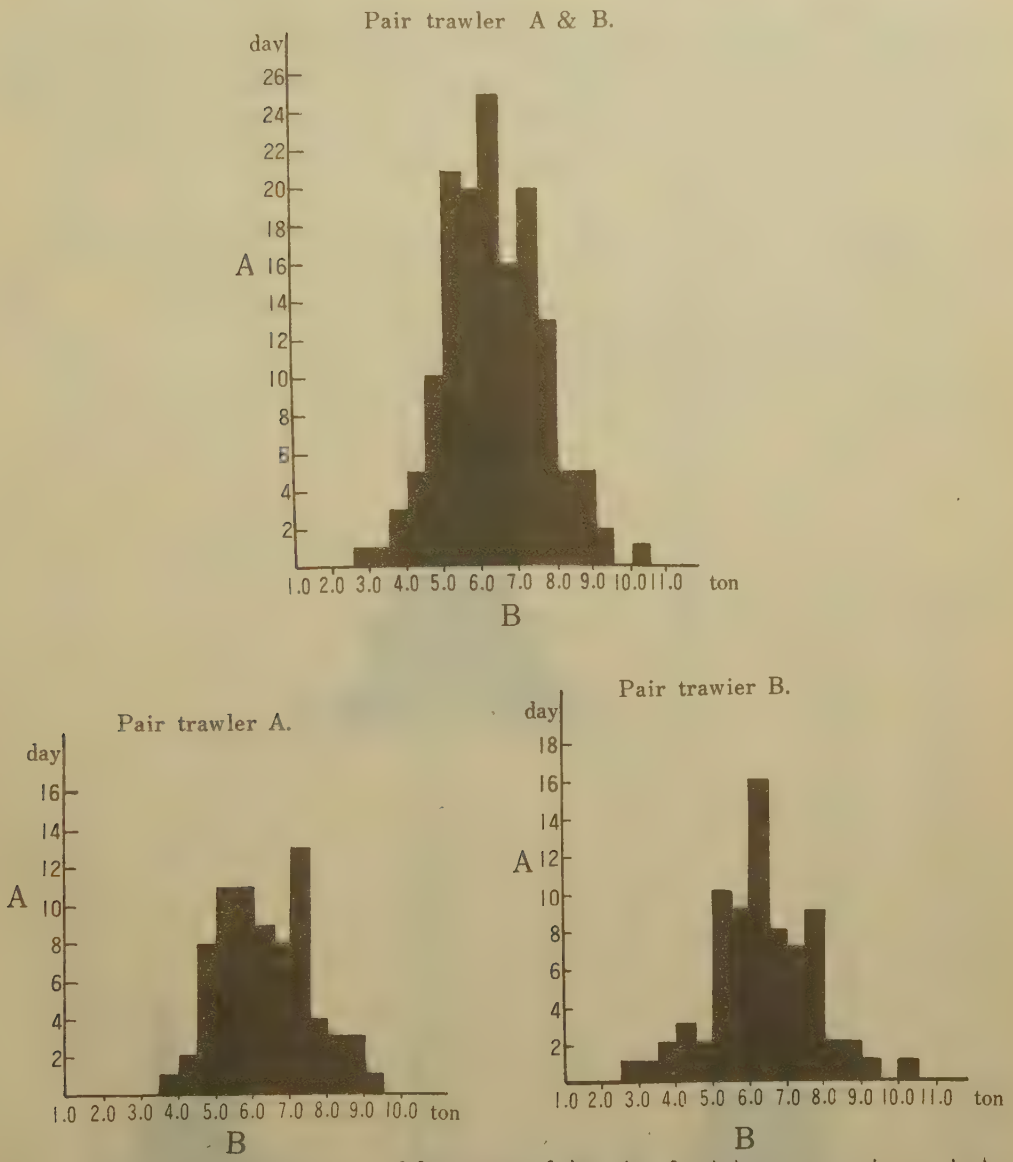


Fig. 1, A. Showing the distribution of frequency on fishing days for daily average catches per haul.
一日一網当り平均漁獲量と操業日数との頻度

A……Number of fishing days.
B……Daily average catches per haul in ton.
A軸…操業日数.
B軸…日々の一網当り平均漁獲屯数.

を中止させられたものは **3．正味操業日数**の項に述ぶ）曳網回数の減少は，(1)自然的条件によるものゝ主なものは，①風向，風力と潮流との関係，②霧によるもの，③海底の状態，底質によるもの等である。

①は最も影響を受けており，風力6以上になると操業を中止し，大体4以上から曳網時間に影響を受け始める。亦 Cod end の受渡しのために，川崎船の利用，或は母船への横付作業の難易等，単独操業には考慮を要しない要素がある。潮流と風向の関係で，1—2日間操業困難を感じ，一網当り曳網時間を多く要した。漁場滞在中の風力と日数の関係を示せば，風力1—

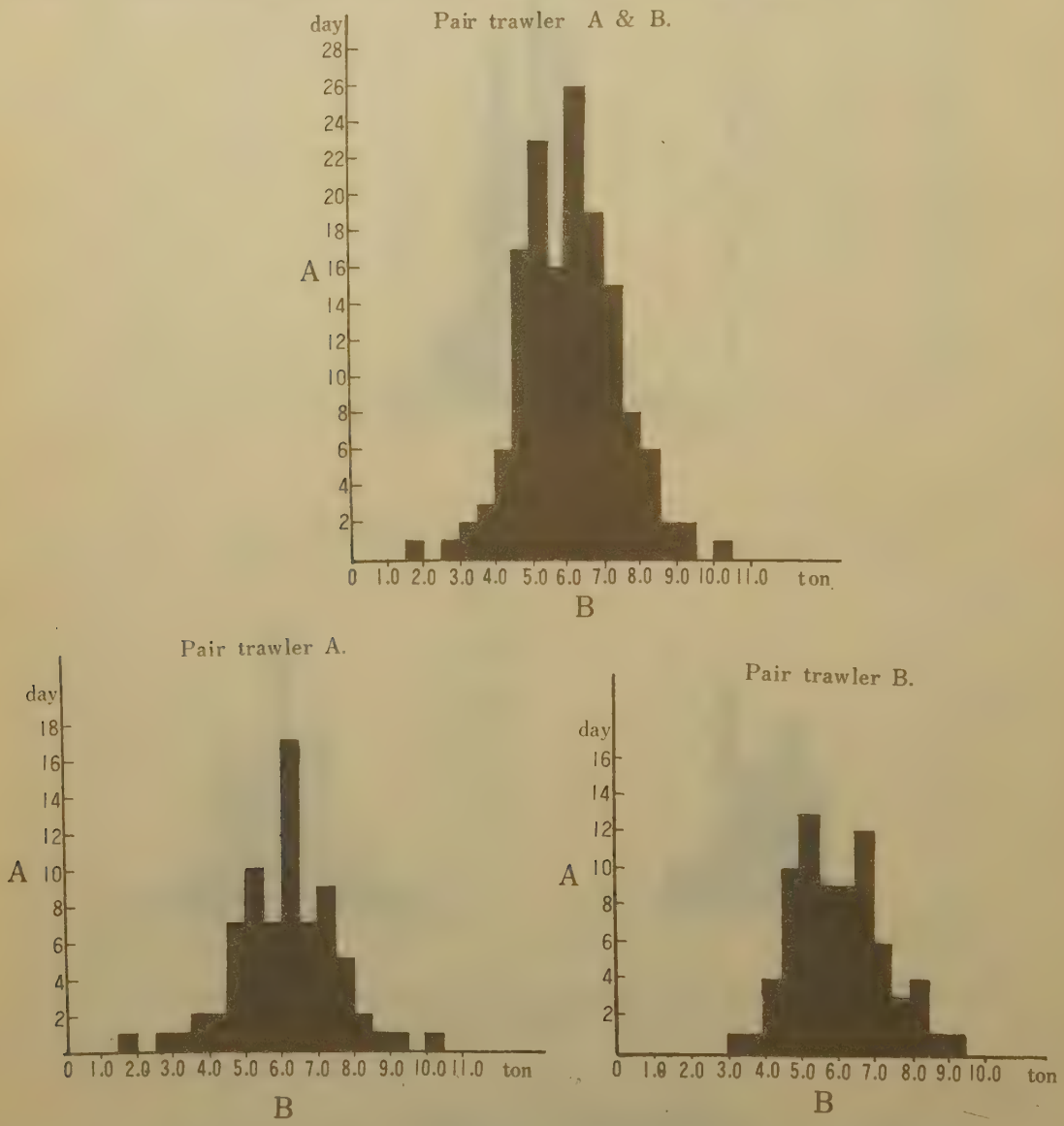


Fig. 1, B. Showing the distribution of frequency on fishing days for daily average catches of flatfish per haul.
操業日数とカレイ一日当り平均漁獲量との頻度.

A……Number of fishing days.
B……Daily average catches of flatfish per haul in ton.
A軸…操業日数
B軸…日々のカレイ一網当り平均漁獲屯数

23日，2—23日，3—15日，4—7日，5—3日，6—1日，7—2，計74日間である。

②は漁場滞在中霧の日は10日間で，操業能率を低下した日は2日間程度で，底曳網漁船の操業状態から懸念された問題であつたが，左程影響を見なかつた。

③は海底には岩礁等の故障物はなく，唐草，水母等の入網によつて作業を妨害される処があるが，底質は多く砂，細砂で操業に支障なく，概括して曳網時間に悪影響を見たことは殆どなかつた。

(2)作業状態によつて生ずる主な事項は，①母船の作業能力から生ずるもの，②機関其他の故障並びに手入により片船の運航上から生ずるもの，③母船から燃油，水，食糧の補供を受ける事によつて生ずる両船間の手待ち時間，④漁場変更によつて生ずる両船間の手待ち時間，⑤漁具故障による1日当り曳網回数の減少（第3表の曳網回数は母船に渡した網数を示す），即ち漁場滞在中1組当り大体5回程度の網故障がある。⑥1網当り漁獲量が極めて多い場合，⑦漁具修理，取り換えに要する時間，⑧乗組員の事故によるもの等である。日別1網当り所要時間は第3表の通りである。

Table 3. Daily net fishing hours, averege hours per haul by pair trawler A & B, and wind force during staying days of fishing areas.

Date	Wind force	A			B		
		No. of hauls	Net fishing hours	Average hours per haul	No. of hauls	Net fishing hours	Average hours per haul
			h.	h.		h.	h.
July 6	4	6	24.00	4.00	5	24.00	4.80
7	3	8	24.00	3.00	9	24.00	2.67
8	4	9	24.00	2.67	9	24.00	2.67
9	3	7	21.00	3.00	7	21.00	3.00
10	2	9	24.00	2.69	8	24.00	3.00
11	2	9	24.00	2.67	6	24.00	4.00
12	2	5	17.00	3.40	9	24.00	2.67
13	2	1	12.00	12.00	8	24.00	3.00
14	1	4	12.00	3.00	8	24.00	3.00
15	1	4	10.70	2.68	7	22.70	3.24
16	1	4	12.00	3.00	4	12.00	3.00
17	2	9	24.00	2.67	9	24.00	2.67
18	1	7	18.00	2.57	7	18.00	2.57
19	3	7	21.00	3.00	8	24.00	3.00
20	1	6	23.00	3.83	6	23.00	3.83
21	3	7	21.00	3.00	7	24.00	3.43
22	3	6	15.00	2.50	6	24.00	4.00
23	2	6	20.00	3,33	9	24.00	2.67
24	2	9	24.00	2.60	7	18.00	2.57
25	2	6	16.00	2.67	6	14.50	2.42
26	2	4	12.00	3.00	6	19.50	3.25
27	1	3	12.00	4.00	7	24.00	3.43
28	7	4	13.30	3.33	4	13.30	3.33
29	5	4	18.00	4.50	4	18.00	4.50
30	1	8	22.00	2.75	7	22.00	3.14
31	5	8	24.00	3.00	8	24.00	3.00
Aug. 1	1	8	24.00	3.00	7	24.00	3.00
2	1	6	21.00	3.50	8	24.00	3.00
3	3	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
4	2	8	24.00	3.00	6	12.00	2.00
5	2	6	19.00	3.16	8	24.00	3.00
6	2	8	24.00	3.00	8	24.00	3.00
7	3	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
8	2	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
9	1	5	16.20	3.24	6	16.20	2.70
10	2	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
11	1	7	21.00	3.00	6	21.00	3.50
12	2	8	22.00	2.75	8	22.00	2.75
13	2	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00

			h.	h.		h.	h.
14	2	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
15	2	8	24,00	3.00	7	24.00	3.43
16	3	6	16.00	2.67	6	16.00	2.67
17	1	7	20.00	2.86	7	20.00	2.86
18	3	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
19	2	8	24.00	3.00	7	19.00	2.71
20	4	5	15.00	3.00	4	15.00	3.75
21	6	8	15.00	1.88	5	15.00	3.00
22	3	4	18.00	4.50	3	18.00	6.00
23	2	8	24.00	3.00	8	24.00	3.00
24	4	7	18.00	2.57	7	18.00	2.57
25	1	8	22.00	2.75	5	22.00	4.40
26	4	8	21.00	2.63	8	24.00	3.00
27	1	8	24.00	3.00	8	24.00	3.00
28	3	6	18.50	3.08	4	18.50	4.63
29	5	8	24.00	3.00	7	24.00	3.43
30	3	5	19.20	3.84	5	19.20	3.83
31	1	8	24.00	3.00	8	24.00	3.00
Sept. 1	4	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
2	2	8	23.20	2.90	8	23.20	2.90
3	1	8	22.00	2.88	8	14.50	1.81
4	2	8	24.00	2.75	3	18.00	6.00
5	1	5	24.00	3.00	4	12.00	3.00
6	3	7	23.00	3.29	3	11.00	3.67
7	1	8	24.00	3.00	7	22.50	3.21
8	1	6	17.00	2.83	8	19.00	2.38
9	3	6	19.75	3.29	7	23.00	3.29
10	1	9	24.00	2.67	8	24.00	3.00
11	1	5	14.00	2.80	2	10.00	5.00
12	1	4	12.00	3.00	3	9.00	3.00
13	7	1	12.00	12.00	1	12.00	12.00
14	2	7	19.00	2.86	4	12.00	3.00
15	3	4	12.00	3.00	4	12.00	3.00
16	4	6	24.00	4.00	6	24.00	4.00
17	1	7	22.00	3.14	6	22.00	3.14

第3表の資料から正味操業1日当り曳網回数を第4表に示した。

Table 4. Average no. of hauls per net fishing day by pair trawler A & B.

Item	A	B	Average
Net fishing time	62 days 5 hours-45 min.	63 days 2 hours-0 min.	62 days 15 hours-52.5 min.
Total no. of hauls	499 times	483 times	491 times
Average no. of hauls per net fishing day	8.02 times	7.66 times	7.84 times
Average hours per haul	2.99 hours	3.15 hours	3.06 hours

以上により A, B 各組平均の正味操業1日当り曳網回数は7.84回, A組は8.02回, B組は7.60回で, 1網当り所要時間A, B組の平均は3.06時間, A組は2.99時間, B組は3.15時間で順調な場合の曳網回数9回, 1網当り所要時間2.67時間に比べ, 約87%の曳網回数で, かなり良好な能率である。曳網時間の標準編差は0.71時間, A組は0.70時間, B組は0.72時間でA. B各組の1日当り平均曳網所要時間別日数の頻度は, 第2図に示した。

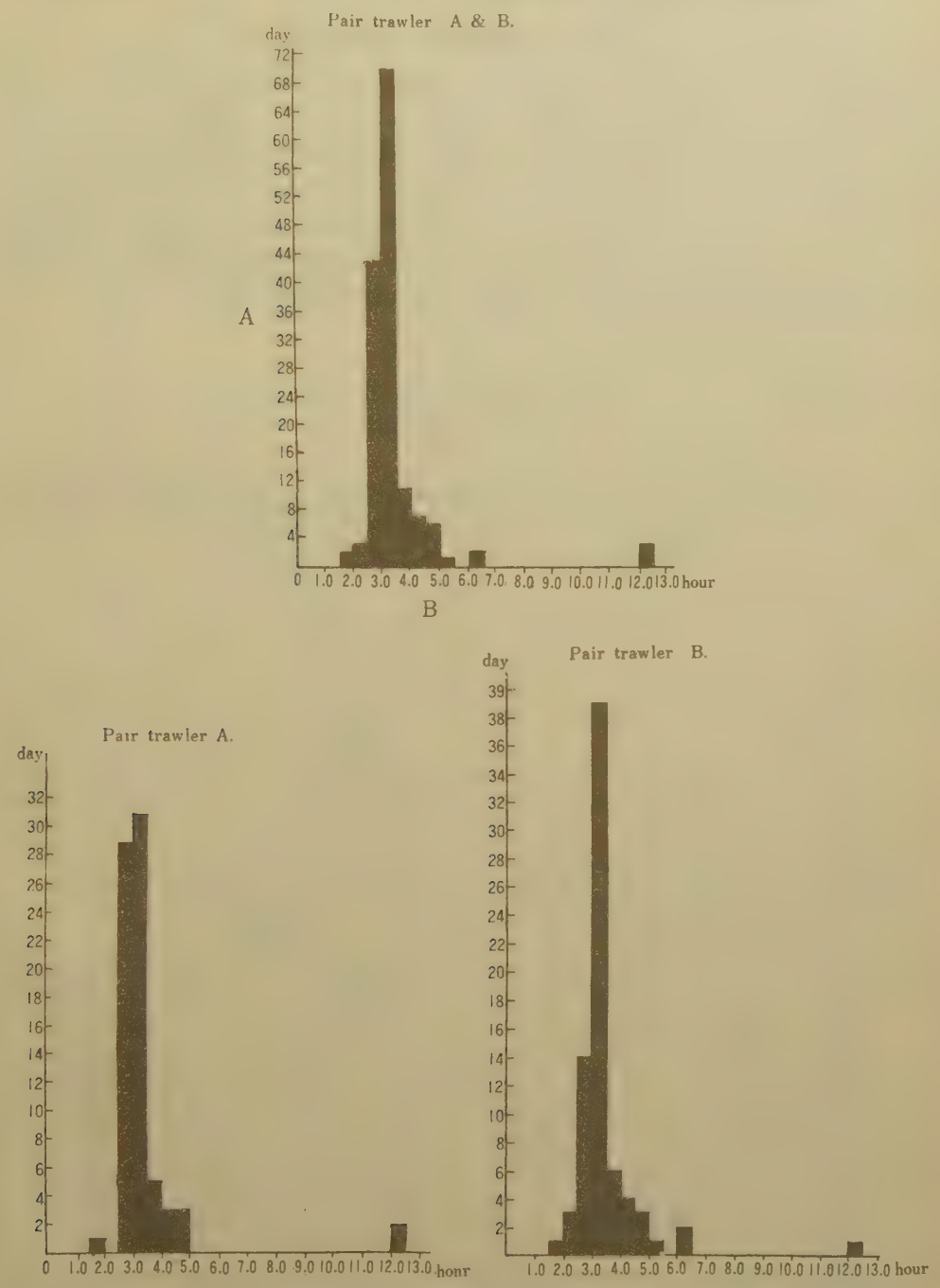


Fig. 2. Showing the distribution of frequency on fishing days for daily average hours per haul.
操業日数と一日平均曳網時間との頻度

A……Number of fishing days.
B… ··Daily—average hours per haul.
A軸…操業日数
B軸…日々の一網当り平均曳網時間

3. 正味操業日数

漁場滞在中の操業中止日数を生じた主な原因は，①荒天によるもの，②母船の冷凍，作業各能力が原料過剰のために不足し，亦鮮度低下を考慮してキャッチャーの操業を中止すること，③漁況が不振にたつて漁場を変更すること，④漁船の機関，漁撈設備等に生じた故障，並びに機関の手入によるもの，⑤漁船が燃料油，水，食糧等の補給を受けること，⑥其の他の原因によるもの等の原因別に操業中止時間を整理することが便利である。これは経営的に見た操業状態の管理方法として，重要な整理方法の一つである。亦この事業に於ける漁獲量，並びに漁船関係の費目別直接船費を計算する場合，基礎的な重要な資料を提供する。

漁場滞在中の日別操業中止時間は第5表に示した。

Table 5, A. Daily idle hours in the staying days of fishing area by pair trawler A.

Date		Idle hours							
		By rough sea	By abundance of fish on the mother ships deck	In tending engine	For receiving of oil & fresh water etc.	On account of some trouble in the engine	On account of some trouble on the fishing instrument	By shift of fishing area	Dued to other causes
July	6	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.
	7								
	8								
	9		3.00						
	10								
	11				2.00	5.00			
	12					12.00			
	13					12.00			
	14					12.00		1.33	
	15								
	16		12.00						
	17								
	18		6.00						
	19						3.00	1.00	
	20								
	21						3.00		
	22						9.00		
	23						4.00		
	24								
	25			5.00		3.00			
	26					12.00			
	27	10.00				12.00		0.67	
	28	6.00							
	29								
	30				2.00				
	31								
Aug.	1								
	2					3.00			
	3								
	4								
	5		5.00						
	6								
	7								
	8								
	9							0.83	7.00
	10								
	11								3.00
	12				2.00				
	13								
	14								
	15								
	16		8.00						

		h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.
	17		3.00					1.00	
	18								
	19								
	20	9.00							
	21	9.00							
	22	5.00						1.00	
	23								
	24		6.00						
	25				2.00				
	26		3.00						
	27								
	28	5.50							
	29								
	30	4.00						0.83	
	31								
Sept.	1								
	2							0.84	
	3				2.00				
	4								
	5								
	6							1.00	
	7								
	8					7.00			
	9					3.25		1.00	
	10								
	11		10.00						
	12		12.00						
	13	12.00							
	14		5.00						
	15		12.00						
	16								
	17								2.00
Total		60.50	85.00	5.00	10.00	81.25	19.00	9.50	12.00

Table 5, B. Daily idle hours in the staying days of fishing area by pair trawler B.

Date		Idle hours							
		By rough sea	By abundance of fish on the mother ships' deck	In tending engine	For receiving of oil & fresh water etc.	On account of some trouble in the engine	On account of some trouble on the fishing instrument	By shift of fishing area	Dued to other causes
July	6	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.
	7								
	8								
	9		3.00						
	10								
	11								
	12								
	13								
	14							1.33	
	15		12.00						
	16								
	17		6.00						
	18								
	19							1.00	
	20								
	21								
	22								
	23								
	24					6.00			
	25			5.00		4.50			
	26					4.50			
	27								
	28	10.00						0.67	
	29	6.00							

		h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.
	30				2.00				
	31								
Aug.	1								
	2								
	3								
	4		12.00						
	5								
	6								
	7								
	8							0.83	7.00
	9								3.00
	10								
	11								
	12				2.00				
	13								
	14								
	15		8.00						
	16		3.00						
	17							1.00	
	18		5.00						
	19								
	20	9.00							
	21	9.00							
	22	5.00						1.00	
	23		6.00						
	24								
	25				2.00				
	26								
	27								
	28	5.50							
	29								
	30	4.00						0.83	
	31								
Sept.	1								
	2								
	3				2.00	7.50		0.84	
	4					6.00			
	5					12.00			
	6					12.00		1.00	
	7					1.50			
	8		5.00						
	9							1.00	
	10								
	11		14.00						
	12		15.00						
	13	12.00							
	14		12.00						
	15		12.00						
	16								
	17								2.00
Total		60.50	113.00	5.00	8.00	54.00		9.50	12.00

以上から第6表A．漁場滞在中の項目別正味操業中止時間，並びに同表Bにこれが百分率を見ることが出来る。

①の項――漁場滞在中に短時間強い風が吹いた為に操業はA．B各組共に8回中止しておる。風力6,7程度になれば大体操業が困難になる。これは母船に漁獲物を受渡す作業があるから，単独操業に比較し風力波浪に対し強くない。

②の項――A組12回，B組13回の多きに達しておる。このことは母船の冷凍作業能力を強大にすることが必要であると思はれるが，母船関係経費，漁船関係経費の比率から見ても必要であると思はれる。然し本問題の研究は他日にゆづる。

Table 6, A. Net hours of staying, fishing and idle on the fishing area by pair trawler A & B.

	Staying hours of fishing area	Net fishing hours	Idle hours								
			By rough sea	By abundance of fish on the mother ship's deck	In tending engine	For receiving of oil & water etc.	On account of some trouble in the engine	On account of some trouble on the fishing instruments	By shift of fishing area	Dued to other causes	Total
	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.
A	1776.0	1493.75	60.5	85.0	5.0	10.0	81.25	19.0	9.5	12.0	282.25
B	1776.0	1514.0	60.5	113.0	5.0	8.0	54.0	0.0	9.5	12.0	262.0
Average	1776.0	1503.87	60.5	99.0	5.0	9.0	67.63	9.5	9.5	12.0	272.13

Table 6, B. Net fishing hours & detailed idle hours and various items percentage per staying hours on the fishing area by pair trawler A & B.

	Staying hours	Net fishing hours	Idle hours								
			Rough sea	Abundance of fish	Tending engine	Receiving of oil & water	Some trouble in the engine	Some trouble on the fishing instruments	By shift	Other causes	Total
	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.	h.
A	100.00	84.11	3.41	4.79	0.28	0.56	4.57	1.07	0.53	0.68	15.89
B	100.00	85.24	3.41	6.36	0.28	0.45	3.04	0.00	0.53	0.68	14.75
Average	100.00	84.68	3.41	5.57	0.28	0.51	3.81	0.53	0.53	0.68	15.32

③の項——各組共に9回，漁獲量が豊富であるからこの程度であろう。

④の項——機関故障によるものはA組a船3回，b船1回．B組a′船3回.漁撈設備の故障によるものは，A組b船1回であつた。当時優秀漁船の多くは徴傭されておつたので，可成り悪い漁船を使用せざるを得なかつた。斯様な訳で漁船は老朽船であつたから故障を多く生じた．優秀船なればこの問題は殆んど生じない。これは従来の母船式事業の実績を見れば明瞭である。漁撈設備の故障も一般には殆んどない。機関手入によるものはA.B各組共1回，これは一般的にはもう少し多い時間を要す。母船原料豊富による操業中止中，或は機関故障中に相当手入が行われて居つた。

⑤の項——A組5回．B組4回でこの程度が普通である。

⑥の項——A.B各組共3回で，この内空襲警報によるものが2回あつた。他は引揚前に2時間程度引揚準備のために操業を中止した。今日は後者だけを考慮すればよい。

以上により夏季本漁場で冷凍母船式底曳網漁業が行われる場合，亦漁船が単独操業する場合，ほゞ最高の能率を示す底曳網漁船の単位時間当り漁場滞在日数中の魚種別漁獲量と，これに要する直接船費算出の基礎的数値の大要が与えられて居るから，斯業々者はこれによつて確信のもてる企業的価値，即ちこの漁場の経済的価値の大勢を把握することが出来る。

4. 海水温度について

冷凍母船の仮泊位置で観測された海水温度は第7表に示した。

Table 7. Daily sea water temparetures at the mother ship's positions in the staying days on the fishing area.

Date	Mother ship's positions	Sea water temp. Surface °C	Sea water temp. Bottom °C	Date	Mother ship's position	Sea water temp. Surface °C	Sea water temp. Bottom °C
July 6	A	8.0	3.0	10	〃	12	3.0
7	〃	6.0	3.0	11	〃	14	3.2
8	〃	7.0	3.0	12	〃	13	3.2
9	〃	8.0	3.0	13	〃	13	3.5
10	〃	7.0	2.0	14	〃	13	3.5
11	〃	9.0	4.0	15	〃	14	3.5
12	〃	9.0	2.5	16	〃	14	3.0
13	〃	8.0	2.5	17	〃	12	3.0
14	〃	9.0	2.5	18	F	13	3.3
15	B	8.0	2.5	19	〃	12	3.0
16	〃	12.0	2.5	20	〃	12	3.0
17	〃	10.0	2.5	21	〃	12	3.5
18	〃	11.0	2.5	22	〃	12	3.0
19	〃	11.0	2.5	23	G	12	3.0
20	C	12.0	3.0	24	〃	11	3.0
21	〃	10.0	3.0	25	〃	13	3.2
22	〃	10.0	3.0	26	〃	11	3.0
23	〃	10.0	3.0	27	〃	14	3.0
24	〃	10.0	3.0	28	〃	11	3.0
25	〃	11.0	2.5	29	〃	11	3.5
26	〃	11.0	3.0	30	H	11	3.0
27	〃	12.0	3.0	31	〃	11	3.0
28	D	11.0	3.0				
29	〃	10.0	3.0	Sept. 1	〃	11	3.0
30	〃	9.0	3.0	2	I	11	2.7
31	〃	9.0	3.0	3	〃	11	2.7
				4	〃	11	2.7
Aug. 1	〃	10.0	3.0	5	〃	12	2.7
2	〃	9.0	3.0	6	J	11	2.7
3	〃	8.0	3.0	7	〃	12	2.5
4	〃	8.0	3.5	8	〃	12	2.0
5	〃	12.0	3.5	9	〃	12	2.2
6	〃	11.0	3.5	10	K	12	2.5
7	〃	12.0	3.5	11	〃	13	2.5
8	〃	12.0	3.0	12	〃	11	2.5
9	E	12.0	3.5	13	〃	11	2.5
				14	〃	11	2.5
				15	〃	11	2.5
				16	〃	11	2.5
				17	〃	10	2.5

以上の表面水温と底水温から等温線を推定するに第3図の様なものと想はれる。

カムチヤツカ西岸沖の夏季の海水温度は，千島列島より北上する暖流勢力と，カムチヤツカ西岸沿いに南下する寒流勢力との消長である。この操業区域中に於て漁場滞在期間中，表面水温の最も高い海区は母船仮泊位置E点で，暖流が陸岸に向つて差込んでおることが想像され，最も低い海区は母船仮泊位置A点附近で，沿岸を南下する寒流勢力が比較的に強いことが推定される。底水温は表面水温程の変化が認められないが，A点附近は漁場滞在期間中の初期（7月上旬）3°Cの等温線が比較的に陸岸に入り温度変化も著しい。

本操業区域に於いて表面温度が高く，等温線の密度の高い海区，即ち母船仮泊位置E.K各点附近がカレイ漁況最も良好で，K点附近の底質はカレイ漁に最適と云はれる細砂であつた。

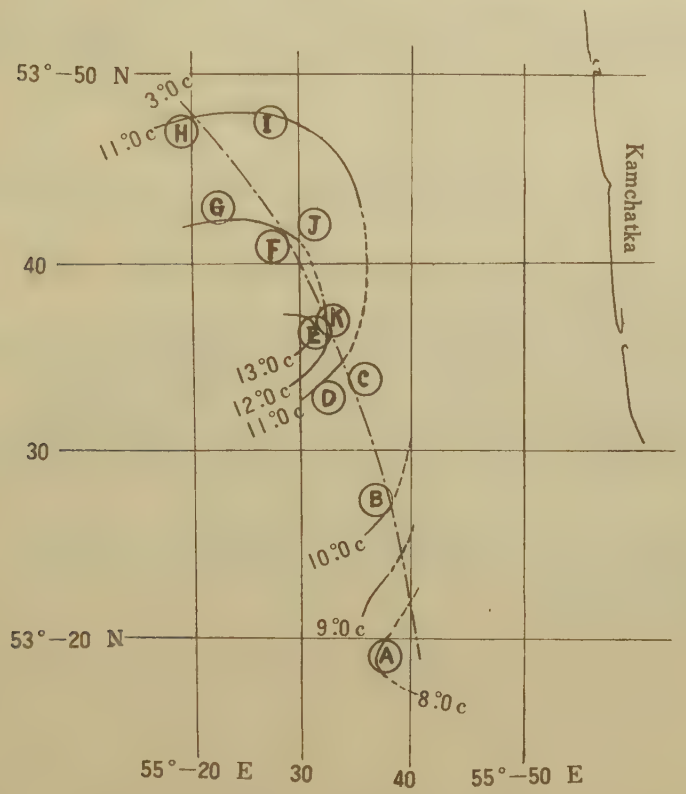


Fig. 3. Showing the isotherms of surface and bottom sea water.
表面と底水温の等温線

———— Surface isotherms were observed.……観測された表面等温線
…… Inferable surface isotherms. ……推定される表面等温線
—•—•— Bottom isotherm. ……海底等温線
○ …… Mother ship's positions. ……母船の位置

5. 摘　　要

(1) 冷凍母船式底曳網漁業を行う漁場の漁場価値を検討する場合の一つの要素となる附属底曳網漁船の漁獲状況と，従漁状態とを結びつけて分析し，操業能率を調べる一方式を示した。これは一面母船と附属漁船の従漁状態の管理に関し基礎的の資料を提供する。

(2) 底曳網漁船の従漁状態を，操業しなかつた不生産的の時間と生産的の正味操業時間とに分ち，操業を中止した時間が漁場の自然的条件によるものと，漁船団自体の原因によるものとに分け，そのよつて来る所の主な要因別に時間的に分析整理した（これ等の平均は272時間即ち15%余であつた)。

(3) 底曳網漁船A.B各組1網当り平均漁獲量は，6,26屯，標準偏差は1.19屯，この内鰈類は6.03屯，標準偏差は1.23屯で，日別1網当り漁獲量の偏差を検し漁獲の安定性を確めた。

(4) 正味操業1日当り曳網回数は漁場の自然的条件と，漁船団自体によつて生ずるが，これを1網当りの所要時間によつて現はし，A.B各組1網当り平均曳網時間は3.06時間標準偏差は0.71時間で可成り操業能率は良好であつた。

(5) 表面海水温度が高く，等温線の密度の高い海区，即ち母船の仮泊位置E.K附近が最もよい漁場であつた。

文 献

1) 斉藤市郎：1948．トロール漁業，丸善出版， 16—19，22—23，34—37，146—147.
2) 菅野 進：1949．サケ，マス漁業，水産講座第八巻大日本水産会， 15—17，20—35，41—43，55—65.
3) 東北海区水産研究所八戸支所：1952．東北水研叢書，第5号，東北，北海道大平洋沿岸水域に於ける機船底曳網漁業の禁止区域と網目について。
4) 日本海洋漁業統制会社：1940．昭和15年度厚生丸北洋出漁事業報告書.
5) 日本海洋漁業統制会社：1941．昭和16年度厚生丸北洋出漁事業報告書.
6) 日本海洋漁業統制会社：1941．湊丸，十勝丸，カムチヤツカ西岸沖試漁報告.
7) 日本海洋漁業統制会社：1942．昭和17年度笠戸丸，遼海丸，各母船式塩蔵底曳網漁業報告書.
8) 日本海洋漁業統制会社：1943．昭和18年度笠戸丸，遼海丸，東天丸，各母船式塩蔵底曳網漁業報告書.
9) 三宅好美，松谷三郎：1928．工船蟹漁業の話，日本水政新報社， 21—36.
10) 北太平洋海流図水路部.
11) 北太平洋気象図水路部.

四角網地の斜断によつて得られる三角網地の長さ※

鶴　田　三　郎

The Length of the Triangular Net Cut Obliquely from the Squarish Net.

By
Saburo TSURUTA

In cutting a net there are two forms according to the way it is cut. The type (I) the author named in this report is the one obtained by cutting a single netting cord at the knot and the type (II) by cutting two netting cords at that.

In the oblique cutting of a squarish net, two types of cutting are usually applied by turns; that is, a fixed number of a cutting type is followed by another fixed number of another type with a certain repetition.

As to the length of the net obtained, we have hitherto had an expression, the formula (1) in this report, which the author thinks is applicable to various cases with a considerable discrepancy with the actual length. Therefore, the author tried to obtain a better formula. A set of formulas the author obtained are also applicable to various cases, and moreover withont disagreement between observations and theories, as shown in Table 16 and 17.

緒　　言

網地を斜断した場合，其の斜断辺上の切れ方に1結節から1本の網糸を切断する方法（I）と，2本の網糸を切断する方法（II）とがある。四角網地を其の1隅から（I）のみ造つて斜断していくと，それの幅（B）と全く同じ目数の長さ（L）の三角網地が切取られる。然し（I）を最初に造り，斜断辺の途中で（II）を長さの方向に造ると，切取られた三角網地の長さ（L）は幅（B）より（II）の総数と等しい目数だけ増加する。（但しII）を最初に造り，1箇処に造られる（I）の数が1箇の時は，それ等は（II）の総数から1箇処に造られる平均の（II）の数に1を加へた数を減じた数となる，或は（II）を同様に造り，1箇処に造られる（I）の数が2箇の時は，それ等は（II）の総数から1を減じた数となる）。又（II）を幅の方向に造ると，長さ（L）は逆に幅（B）より（II）の総数

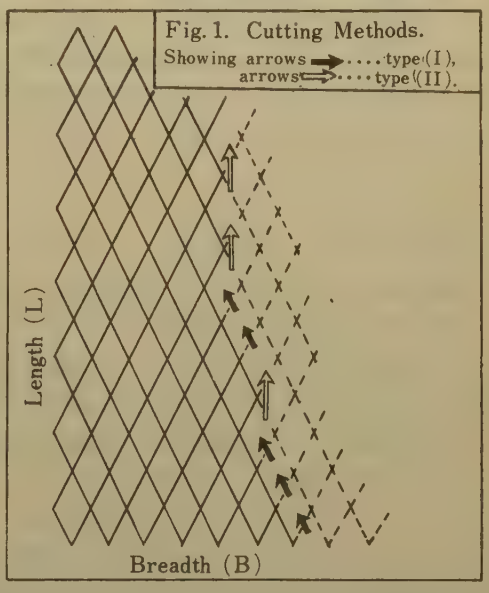


Fig. 1. Cutting Methods.
Showing arrows ⟶ ···· type (I),
arrows ⟹ ···· type (II).

※ 水産講習所研究業績　第125号.

と等しい目数だけ減少する。

斜断辺上の（Ⅰ）の総数は，（Ⅰ）を最初に造る時は，切断される網目数は（2B＋1）であり，（Ⅰ）の総数はこれより更に1つ多いから，即ち（2B＋1）＋1＝2（B＋1）となる。或は（Ⅱ）を最初に造る時は，常に最初は（Ⅱ），最後は（Ⅰ）であり，更に（Ⅰ）の総数は（Ⅱ）の数に無関係であるから，この場合それは2（B＋1）－2＝2Bとなる。……長棟暉友（1932，1948），八代喜代（1937，1944）及び宮本秀明（1952）はこれ等を2（B－1）とした。……それ故に切取られる三角網地の一般の長さは次式で求められる。

（Ⅰ）を最初に造る時 ……$L = B \pm \Sigma(II)$ …… (a)

（Ⅱ）を最初に造る時 ……$L = B \pm \Sigma(II) - 2$ …… (b)

（P）を斜断辺上に造られる1箇処の（Ⅰ）の数（各箇処で異る時はそれ等の平均数，（y）を（Ⅰ）と（Ⅰ）との箇処の間に造られる（Ⅱ）の箇処の数とすれば，

（Ⅰ）を最初に造る時 …… $y = P\frac{2(B+1)}{P} - 1$

（Ⅱ）を最初に造る時 …… $y = P\frac{2B}{P}$

（x）を1箇処に造られる（Ⅱ）の数（各箇処で異る時はそれ等の平均数）とすれば，

$$\Sigma(II) = x\,y \cdots\cdots \begin{cases} (I)\text{を最初に造る時 } \Sigma(II) = \left\{\frac{2(B+1)}{P} - 1\right\} x \cdots (A) \\ (II)\text{を最初に造る時 } \Sigma(II) = \left(\frac{2B}{P}\right) x \cdots\cdots\cdots\cdots (B) \end{cases}$$

更に公式 (a)，(b) から，

（Ⅰ）を最初に造る時は ……$L = B \pm \left\{\frac{2(B+1)}{P} - 1\right\} x$ …… (1)

（Ⅱ）を最初に造る時は ……$L = B \pm \left(\frac{2B}{P}\right) x - a$ …… (2)

これ等の式中（1）が一般に使用されているが，（Ⅰ）と（Ⅱ）の数，或はそれ等の順列と組合せにより若干の誤差がある。これ等の誤差は小型の網漁具，或は極く小目の網漁具の設計には大した支障はないが，大型の網漁具，或は極く大目の網漁具では，誤差はそれ等と共に増大する。我々は切取られた三角網地の実測値の長さ（L）と全く一致する（L）の算式を求め，この新しい算式と従来の（1）式とから夫々得られた三角網地の長さ（L）の異る処を検討した。

方　　法

四角網地の濶が（B）目，（Ⅰ）を最初に且つ同一方向に，又（Ⅱ）を長さの方向に，（Ⅰ）と（Ⅱ）を交互に夫々造つた場合について，計算した三角網地の長さ（L）が実測値の（L）と全く一致する新しい算式を求め，従来の算式（1）の誤差を求めた。但し（Ⅱ）を最初に，又幅の方向に造る場合についての夫々の算式の求め方は省略した。

古い算式（Ⅰ）と我々の新しい算式との比較

1．（Ⅰ）が1箇で，（Ⅱ）が1，2，3，……n－2，n－1，n 箇の場合

1．（1），（Ⅰ）と（Ⅱ）が共に1箇の時，

$\Sigma(I) = 2(B+1)$，且つ最初と最後は常に（Ⅰ）であるから

$\Sigma(II) = 2(B+1) - 1 = 2B + 1$ ……実測値と一致する（公式（A）からも得らる）

公式（1）より $L = B + 2B + 1 = 3B + 1$

実測より……L＝3B……（3）

従つてこの時（L）の誤差は（－1）目となる。

1．（2）.（I）が1箇，（II）が2箇の時，

公式(A)より……Σ（II）＝2｛2（B＋1）－1｝

＝4B＋2……実測値と一致する

公式（1）より…L＝B＋（4B＋2）＝5B＋2

実測より……L＝5B……（4）

従つてこの時（L）の誤差は（－2）目となる。

1．（3），（I）が1箇，（II）が3箇の時，

公式(A)より……Σ(II)＝3｛2（B＋1）｝－1

＝6B＋3……実測値と一致する

公式（1）より…L＝B＋（6B＋3）＝7B＋3

実測より……L＝7B……（5）

従つてこの時（L）の誤差は（－3）目となる。

以上（3）～（5）の諸式から，この場合に於ける切取られた三角網地の一般の長さ（L）は次式で求められる。

公式（1）より……L＝（1＋2n）B＋n

実測より……L＝（1＋2n）B

従つてこの場合（L）の誤差は（－n）目となる。

2．（I）が2箇で，（II）が1，2，3，……n－2，n－1，n箇の場合

2．（1），（I）が2箇，（II）が1箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=\frac{2(B+1)}{2}-1=B$……実測値と一致する

公式（1）及び実測より…L＝B＋（B）＝2B…（6）

従つてこの時（L）の誤差はない。

2．（2），（I）と（II）が共に2箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=2\left\{\frac{2(B+1)}{2}-1\right\}$

＝2B……実測値と一致する

公式（1）及び実測より

L＝B＋（2B）＝3B……（7）

従つてこの時（L）の誤差はない。

2．（3），（I）が2箇，（II）が3箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=3\left\{\frac{2(B+1)}{2}-1\right\}$

＝3B……実測値と一致する

公式（1）及び実測より

L＝B＋（3B）＝4B……（8）

Table 1. Observed values for case 1. (1).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	3	3
2	6	5	6
3	8	7	9
4	10	9	12
5	12	11	15
6	14	13	18
7	16	15	21
8	18	17	24
9	20	19	27
10	22	21	30
B	2(B+1)	(2B+1)	3B

Table 2. Observed values for case 1. (2).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	6	5
2	6	10	10
3	8	14	15
4	10	18	20
5	12	22	25
6	14	26	30
7	16	30	35
8	18	34	40
9	20	38	45
10	22	42	50
B	2(B+1)	2(2B+1)	5B

Table 3. Observed values for case 1. (3).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	9	7
2	6	15	14
3	8	21	21
4	10	27	28
5	12	33	35
6	14	39	42
7	16	45	49
8	18	51	56
9	20	57	63
10	22	63	70
B	2(B+1)	3(2B+1)	7B

Table 4. Observed values for case 2. (1).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	1	2
2	6	2	4
3	8	3	6
4	10	4	8
5	12	5	10
6	14	6	12
7	16	7	14
8	18	8	16
9	20	9	18
10	22	10	20
B	2(B+1)	B	2B

Table 5. Observed values for case 2. (2).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	2	3
2	6	4	6
3	8	6	9
4	10	8	12
5	12	10	15
6	14	12	18
7	16	14	12
8	18	16	24
9	20	18	27
10	22	20	30
B	2(B+1)	2B	3B

Table 6. Observed values for case 2. (3).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	3	4
2	6	6	8
3	8	9	12
4	10	12	16
5	12	15	20
6	14	18	24
7	16	21	28
8	18	24	32
9	20	27	36
10	22	30	40
B	2(B+1)	3B	4B

Table 7. Observed values for case 3. (1).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	1	1
2	6	1	3
3	8	2	5
4	10	3	6
5	12	3	8
6	14	4	10
7	16	5	11
8	18	5	13
9	20	6	15
10	22	7	16
B	2(B+1)	—	—

Table 8. Observed values for case 3. (2).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	2	1
2	6	2	4
3	8	4	7
4	10	6	8
5	12	6	11
6	14	8	14
7	16	10	15
8	18	10	18
9	20	12	21
10	22	14	22
B	2(B+1)	—	—

従つてこの時（L）の誤差はない。

以上（6）～（7）の諸式から，この場合に於ける切取られた三角網地の一般の長さ（L）は次式で求められる。

公式（1）及び実測より……$L=(1+n)B$

従つてこの場合（L）の誤差はない。

3．（I）が3箇で，(II) が1，2，3，……n－2，n－1，n 箇の場合

3．（1），（I）が3箇，（II）が1箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=\frac{2(B+1)}{3}-1=\frac{1}{3}(2B-1)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より…$L=B+\frac{1}{3}(2B-1)$

$=\frac{1}{3}(5B-1)$ …… (10) 2，5，8，11，……

実測より……$L=\frac{1}{3}(5B-2)$ …（9）…

1，4，7，10，……

仝……$L=\frac{1}{3}(5B)$ …… (11) …

3，6，9，12，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の⅓について，夫々－⅓，0，⅓目となる。

3．（2），（I）が3箇，（II）が2箇の時

公式（A）より…$\Sigma(II)=2\left\{\frac{2(B+1)}{3}-1\right\}$

$=\frac{1}{3}(4B-2)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より…$L=B+\frac{1}{3}(4B-2)$

$=\frac{1}{3}(7B-2)$ …（13）…

2，5，8，11，……

実測より……$L=\frac{1}{3}(7B-4)$ …（12）…

1，4，7，10，……

仝……$L=\frac{1}{3}(7B)$ …… (14) …

3，6，9，12，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の⅓について，夫々－⅔，0，⅔目となる。

3．（3），（I）と(II)が共に3箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=3\left\{\frac{2(B+1)}{3}-1\right\}=\frac{1}{3}(6B-3)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より……$L=B+\frac{1}{3}(6B-3)=\frac{1}{3}(9B-3)$… (16) ……2，5，8，11，……

実測より……$L=\frac{1}{3}(9B-6)$ …… (15) ……1，4，7，10，……

全……$L=\frac{1}{3}(9B)$ ……(17) ……3，6，9，12，……

従つてこの時（L）の誤差は（B）の総数の$\frac{1}{3}$について，夫々$-\frac{1}{3}$，0，$\frac{1}{3}$目となる。

以上（9）～（17）の諸式から，この場合に於ける切取られた三角網地の一般の長さ（L）は次式で求められる。

Table 9. Observed values for case 3. (3).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	3	1
2	6	3	5
3	8	6	9
4	10	9	10
5	12	9	14
6	14	12	18
7	16	15	19
8	18	15	23
9	20	18	27
10	22	21	28
B	2(B+1)	—	—

（L）が実測値と一致する（B）の数

実測より……$L=\frac{1}{3}\{(3+2n)B-2n\}$ ……

1，4，7，10，……

公式（1）……より$L=\frac{1}{3}\{(3+2n)B-n\}$ …

2，5，8，11，……

実測より……$L=\frac{1}{3}(3+2n)B$ ……

3，6，9，12，……

従つてこの場合（L）の誤差は，（B）の総数の$\frac{1}{3}$について，夫々$(-\frac{1}{3})n$，0，$(\frac{1}{3})n$目となる。

4．（I）が4箇で，（II）が1，2，3，……n－2，n－1，n箇の場合

4．（1），（I）が4箇，（II）が1箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=\frac{2(B+1)}{4}-1=\frac{1}{2}(B-1)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より…$L=B+\frac{1}{2}(B-1)=\frac{1}{2}(3B-1)$……(18) ……1，3，5，7，……

実測より……$L=\frac{1}{2}(3B)$ ……(19) ……2，4，6，8，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の$\frac{1}{2}$について，夫々0，$\frac{1}{2}$目となる。

4．（2），（I）が4箇，（II）が2箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=2\{\frac{2(B+1)}{4}-1\}$

$=\frac{1}{2}(2B-2)$

Table 10. Observed values for case 4. (1).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	0	1
2	6	1	3
3	8	1	4
4	10	2	6
5	12	2	7
6	14	3	9
7	16	3	10
8	18	4	12
9	20	4	13
10	22	5	15
B	2(B+1)	—	B+Σ(II)

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より…$L=B+\frac{1}{2}(2B-2)$

$=\frac{1}{2}(4B-2)$……(20) ……1，3，5，7，……

実測より……$L=\frac{1}{2}(4B)$…(21)

2，4，6，8，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の$\frac{1}{2}$について，夫々0，$\frac{1}{2}$目となる。

Table 11. Observed values for case 4. (2).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	0	1
2	6	2	4
3	8	2	5
4	10	4	8
5	12	4	9
6	14	6	12
7	16	6	13
8	18	8	16
9	20	8	17
10	22	10	20
B	2(B+1)	—	B+Σ(II)

4．（3），（I）が4箇，（II）が3箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=3\{\frac{2(B+1)}{4}-1\}$

$=\frac{1}{2}(3B-3)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より……$L=B+\frac{1}{2}(3B-3)=\frac{1}{2}(5B-3)$…（22）……1，3，5，7，……

実測より……$L=\frac{1}{2}(5B)$……（23）……2，4，6，8，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の½について，夫々0，½目となる。

以上（18）～（23）の諸式から，この場合に於ける切取られた三角網地の一般の長さ（L）は次式で求められる。

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より……$L=\frac{1}{2}\{(2+n)B-n\}$……1，3，5，7，……

実測より……$L=\frac{1}{2}(2+n)B$……2，4，6，8，……

従つてこの場合（L）の誤差は，（B）の総数の½について，夫々0，$(\frac{1}{2})n$目となる。

5．（I）が5箇で，(II)が1，2，3，……n－2，n－1，n 箇の場合

5．（1），（I）が5箇，（II）が1箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)\frac{2(B+1)}{5}-1=\frac{1}{5}(2B-3)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より……$L=B+\frac{1}{5}(2B-3)=\frac{1}{5}(7B-3)$……（27）……4，9，14，19，……

仝……$L=\frac{1}{5}(7B-2)$……（24）……1，6，11，16，……

仝……$L=\frac{1}{5}(7B-4)$……（25）……2，7，12，17，……

仝……$L=\frac{1}{5}(7B-1)$……（26）……3，8，13，18，……

仝……$L=\frac{1}{5}(7B)$……（28）……5，10，15，20，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の⅕について，夫々$-\frac{1}{5}$，0，⅕，⅖，⅗目となる。

Table 12. Observed values for case 5. (1).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	0	1
2	6	1	2
3	8	1	4
4	10	1	5
5	12	2	7
6	14	2	8
7	16	3	9
8	18	3	11
9	20	3	12
10	22	4	14
B	2(B+1)	—	—

Table 13. Observed values for case 5. (2).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	0	1
2	6	2	2
3	8	2	5
4	10	2	6
5	12	4	9
6	14	4	10
7	16	6	11
8	18	6	14
9	20	6	15
10	22	8	18
B	2(B+1)	—	—

5．（2），（I）が5箇，（II）が2箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=2\{\frac{2(B+1)}{5}-1\}$

$=\frac{1}{5}(4B-6)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より…$L=B+\frac{1}{5}(4B-6)$

$=\frac{1}{5}(9B-6)$…（32）……4，9，14，19，……

実測より……$L=\frac{1}{5}(9B-4)$……（29）…

1，6，11，16，……

仝……$L=\frac{1}{5}(9B-8)$……（30）…

2，7，12，17，……

仝……$L=\frac{1}{5}(9B-2)$……（31）…

3，8，13，18，……

仝……$L=\frac{1}{5}(9B)$……（33）…

5，10，15，20，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の⅕について，夫々$(-\frac{2}{5})$，0，⅖，⅘，⅚目となる。

5．（3），（I）が5箇，（II）が3箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=3\ \{\frac{2(B+1)}{5}-1\}=\frac{1}{5}(6B-9)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より……$L=B+\frac{1}{5}(6B-9)=\frac{1}{5}(11B-9)$…（37）……4，9，14，19，……

実測より……$L=\frac{1}{5}(11B-6)$……（34）……1，6，11，16，……

仝……$L=\frac{1}{5}(11B-12)$……（35）……2，7，12，17，……

仝……$L=\frac{1}{5}(11B-3)$……（36）……3，8，13，18，……

仝……$L=\frac{1}{5}(11B)$……（38）……5，10，15，20，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の$\frac{1}{5}$について，夫々$-\frac{3}{5}$，0，$\frac{3}{5}$，$\frac{6}{5}$，$\frac{9}{5}$目となる。

以上（24）～（38）の諸式から，この場合に於ける切取られた三角網地一般の長さ（L）は次式で求められる。

（L）が実測値と一致する（B）の数

実測より……$L=\frac{1}{5}\{(5+2n)B-2n\}$……1，6，11，16，……

仝……$L=\frac{1}{5}\{(5+2n)B-4n\}$……2，7，12，17，……

仝……$L=\frac{1}{5}\{(5+2n)B-n\}$……3，8，13，18，……

公式（1）より……$L=\frac{1}{5}\{(5+2n)B-3n\}$……4，9，14，19，……

実測より……$L=\frac{1}{5}(5+2n)B$……5，10，15，20．……

従つてこの場合（L）の誤差は，（B）の総数の$\frac{1}{5}$について，夫々$(-\frac{1}{5})n$，0，$(\frac{1}{5})n$，$(\frac{2}{5})n$，$(\frac{3}{5})n$目となる。

6．（I）が6箇で，（II）が1，2，3，……n－2，n－1，n箇の場合

6．（1），（I）が6箇，（II）が1箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=\frac{2(B+1)}{6}-1=\frac{1}{3}(B-2)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より……$L=B+\frac{1}{3}(B-2)=\frac{1}{3}(4B-2)$……（40）……2，5，8，11，……

実測より……$L=\frac{1}{3}(4B-1)$……（39）……1，4，7，10，……

仝……$L=\frac{1}{3}(4B)$……（41）……3，6，9，12，……

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の$\frac{1}{3}$について，夫々0，$\frac{1}{3}$，$\frac{2}{3}$目となる。

6．（2），（I）が6箇，（II）が2箇の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=2\ \{\frac{2(B+1)}{6}-1\}$

$=\frac{1}{3}(2B-4)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より…$L=B+\frac{1}{3}(2B-4)$

$=\frac{1}{3}(5B-4)$…（43）……2，5，8，11，……

実測より L……$L=\frac{1}{3}(5B-2)$……（42）…

1，4，7，10，……

仝……$L=\frac{1}{3}(5B)$……（44）…

3，6，9，12，……

Table 14. Observed values for case 6. (1).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	0	1
2	6	0	2
3	8	1	4
4	10	1	5
5	12	1	6
6	14	2	8
7	16	2	9
8	18	2	10
9	20	3	12
10	22	3	13
B	2(B+1)	—	B+Σ(II)

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の⅓について，夫々0，⅔，4/3目となる。

6．（3），（I）が6箇，（II）が3の時

公式（A）より……$\Sigma(II)=3\left\{\frac{2(B+1)}{6}-1\right\}$

$=\frac{1}{3}(3B-6)$

（L）が実測値と一致する（B）の数

公式（1）より……$L=B+\frac{1}{3}(3B-6)$

$=\frac{1}{3}(6-6)$ …… (46) …

2，5，8，11，……

実測より……$L=\frac{1}{3}(6B-3)$ …… (45) …

1，4，7，10，……

全……$L=\frac{1}{3}(6B)$ …… (47) …

3，6，9，12，……

Table 15. Observed values for case 6. (2).

B	Σ(I)	Σ(II)	L
1	4	0	1
2	6	0	2
3	8	2	5
4	10	2	6
5	12	2	7
6	14	4	10
7	16	4	11
8	18	4	12
9	20	6	15
10	22	6	16
B	2(B+1)	—	B+Σ(II)

従つてこの時（L）の誤差は，（B）の総数の⅓について，夫々0，⅓，⅔目となる。

以上（39）～（47）の諸式から，この場合に於ける切取られた三角網地の一般の長さ（L）は次式で求められる。

（L）が実測値と一致する（B）の数

実測より……$L=\frac{1}{3}\{(3+n)B-n\}$ ……1，4，7，10，……

公式（1）より……$L=\frac{1}{3}\{(3+n)B-2n\}$ ……2，5，8，11，……

実測より……$L=\frac{1}{3}(3+n)B$ ……3，6，9，12，……

従つてこの場合（L）の誤差は，（B）の総数の⅓について，夫々0，(⅓)n，(⅔)n 目となる。

7．（I）がN箇で，（II）がn箇の場合

如上の1～6の場合より，（I）がN箇で，（II）がn箇の場合切取られる三角網地の一般の長さ（L）は次式で求められる。

7．（1），（I）がN奇数箇で，（II）がn箇の場合

（L）が実測値と一致する（I）の数，
（B）の数は同じ（I）の数に添つて，
上の行から下の行へと1，2，3，…Nの数を繰返す。

From observation…$L=1/N\{(N+2n)B-2n\}$ …（1）…3，5，7，9，…N.

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-4n\}$ …（2）……5，7，9，…N.

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-6n\}$ …（3）……7，9，…N.

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-8n\}$ …（4）……9，…N.

……

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-(N-5)n\}$ …½（N－5）……N.

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-(N-3)n\}$ …½（N－3）……N.

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-(N-1)n\}$ …½（N－1）……N.

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-n\}$ ……½（N－1）……N.

Do……$L=1/N\{(N-2n)B-3n\}$ ……½（N－3）……N.

Do……$L=1/N\{(N+2n)B-5n\}$ ……½（N－5）……N.

Do……L＝1/N｛(N＋2n) B－(N－8) n｝…(N－4) ……9, …N.
Do……L＝1/N｛(N＋2n) B－(N－6) n｝…(N－3) ……7, 9, …N,
Do……L＝1/N｛(N＋2n) B－(N－4) n｝…(N－2) ……5, 7, 9, …N.
From formula(1)…L＝1/N｛(N＋2n)B－(N－2)n｝…(N－1)…3, 5, 7, 9, …N.
From observation…L＝1/N (N＋2n) B …… (N) …1, 3, 5, 7, 9, …N.

従つてこの場合公式（I）の誤差は，（B）の総数の1/Nについて，夫々(－1/N)n, 0, (1/N)n, (2/N)n, (3/N)n, ……(N－4/N)n, (N－3/N)n, (N－2/N)n 目となる。

7．（2），（I）がN偶数箇で，（II）がn箇の場合

（L）が実測値と一致する（I）の数，
（B）の数は同じ（I）の数に添つて，
上の行から下の行へと1，2，3，…Nの数を繰返す。

From observation …L＝2/N｛(N/2＋n) B－ n ｝…(1) …… 6, 8, 10,…N.
Do……L＝2/N｛(N/2＋n) B－2n｝…(2) …… 8, 10,…N.
Do……L＝2/N｛(N/2＋n) B－3n｝…(3) …… 10,…N.

Do……L＝2/N｛(N/2＋n) B－½(N－6)n｝…½(N－6) ……N.
No……L＝2/N｛(N/2＋n) B－½(N－4)n｝…½(N－4) ……N.
From formula(1)…L＝2/N｛(N/2＋n)B－½(N－2)n｝…½(N－2)…4, 6, 8, 10,…N.
From observation…L＝2/N (N/2＋n) B……½(N) ……2, 4, 6, 8, 10,…N.

従つてこの場合公式（1）の誤差は，（B）の総数の2/Nについて，夫々0，(2/N)n, (4/N)n, (6/N)n, …… (N－6/N)n, (N－4/N)n, (N－2/N)n 目となる。

結　　言

我々の新しい算式と従来の算式（I）とから夫々得られる三角網地の長さ（L）の差異は，1箇処に造られる（I）及び（II）の数が夫々多い程，又（I）が偶数である場合の方が夫々差異は増加する。然しその値は第16表に示す通り，（I）の数が多い場合は，差異は甚だ小さく1目以下であり，（II）の数が多い場合は差異は1箇処に造られる（II）の数の目数に略々等しい。従つて前者の場合では我々の新しい算式を適用しなくても大した支障はないが，後者の場合では1箇処に造られる（II）の数が多い程，又網目が一層大きい程差異はそれ等と共に増大するから，切取られる三角網地の長さ（L）は，我々の新しい算式によつて求めねばならないであろう。

然し一般に，これ等の場合の逆の方法，即ち四角網地の幅（B），及びそれから切取られる三角網地の長さ（L）とから，（I）と（II）の夫々の数，或はそれ等の順列と組合せが要求されるものであるが，これ等は逆算によつて自ら求められる。第17表にこれ等の計算に便なるよう，（I）と（II）の若干の種々なる場合に於ける四角網地の斜断によつて切取られる三角網地の長さ（L）の値を示した（第16，17表参照）。

Table 16. The differences (L) of the formula (1) are products from our new ones. (I) are 1,2,3,…N, (II) are1,2,3,…n.

Cases	Differences (L), numbers of meshes			Each numbers of the differences in total numbers of the (B)
	Maximum	Minimum	Always	
1	—	—	—n	whole
2	—	—	0	Do
3	(1/3)n	0	—	1/3
4	(1/2)n	0	—	1/2
5	(3/5)n	0	—	1/5
6	(2/3)n	0	—	1/3
7	(5/7)n	0	—	1/7
8	(3/4)n	0	—	1/4
9	(7/9)n	0	—	1/9
10	(4/5)n	0	—	1/5
.....	.....	.....	.....	.....
N. (1)	(N−2/N)n	0	—	1/N……(N,odd numbers)
N. (2)	(N−2/N)n	0	—	2/N……(N,even numbers)

Table 17. The length (L−B) of the triangular nets are products from our new formulas. (B) are 100, (I) are 1,2,3,…202 and (II) are n.

Numbers of (I) at one place	Length (L−B) meshes	Numbers of (I) at one place	Length (L−B) meshes
1	200n	25	8n
2	100n	26	7n
3	66n	27	7n
4	50n	28	7n
5	40n	29	6n
6	33n	30	6n
7	28n	35	5n
8	25n	40	5n
9	22n	45	4n
10	20n	50	4n
11	18n	55	3n
12	16n	60	3n
13	15n	65	3n
14	14n	70	2n
15	13n	75	2n
16	12n	80	2n
17	11n	85	2n
18	11n	90	2n
19	10n	95	2n
20	10n	100	2n
21	9n	150	n
22	9n	200	n
23	8n	202	0
24	8n		

引 用 文 献

1) 長棟暉友：1932, 1948. 網地の斜断（最新漁撈学, 74～75).

2) 八代喜代：1944. 網地の斜断方法（定置漁業と其の設計), (67～70).

3) ――――：1937. ――――（定置漁業界, **31**, 30～35).

4) ――――, ――――：漁撈技術者に便利な計算尺について（水産研究誌, **32** (4), 228～235).

5) 坂本福太郎：1936, 1948. さしわの切方, 実地から見た「さしわ」の切方 (建網の手びき, 44～94).

6) 宮本秀明：1952. 三角網の切方（定置網漁論, 107～108).

A Trial for the Estimation of the Fishing Mortality of a Migrating Fish Procession. ※

By

Takerow SATOW

Introduction

Utilizing a period during which a fish procession passes through a fishing ground, namely, the so-called "fishing season", extension of that fishing ground and its corresponding catch, rate of fishing mortality can be estimated under such assumptions by the method mentioned below. The author confines himself in the present paper to exposition of principle of his method and to its application to a narrow fishing ground, but considerably valuable informations may be obtained by the application of this method to whole fishing ground of a specified species.

Basic Assumptions

At first we assume that arrangement of a fish procession maintains invariability over the whole area of a fishing ground and that this fish shoal travels at a constant speed from beginning to end.

Secondly it is assumed that magnitude of a fish procession decreases gradually at a constant rate of short-term fishing mortality f. Moreover, if natural mortality can be considered as negligible, rate of total diminution may be equal to the rate of fishing mortality.

At last, let us denote a common divisor for both dimensions of a fishing area and of a fish procession as Δ, then these dimensions may be described as $p\Delta$ and $q\Delta$ respectively while p and q can be estimated from pattern of fishing season at each part of a fishing ground.

And we denote the magnitude of the whole fish procession as $\phi = \sum_{i=1}^{q} \phi_i$, where ϕ_i corresponds to the magnitude of a fish sub-shoal involved in the i-th section of the fish procession which is divided equally into q sections.

On the basic assumptions mentioned above, we shall discuss the problem, for convenience' sake, by dividing it into two cases, namely, A) $p \geqq q$ and B) $p < q$.

Procedure in the Case A

The pattern of a fishing season at each part of a fishing ground in this case is shown in Fig. 1. It seems to be convenient to discuss separately after assorting

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 126.

this case into three occasions, i, ii and iii as follows :

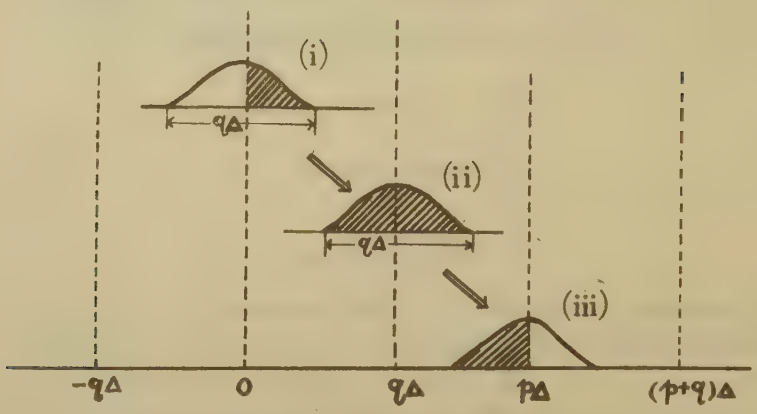


Fig. 1. Showing the transition of the portion confronted by the fishing operations (shaded). ($p > q$).

i) First occasion corresponds to a case in which the foremost section of a fish procession lies in an interval $0 \sim q\Delta$ of a fishing ground. Only the sections of a fish shoal lying in the interval $0 \sim q\Delta$ can be confronted with fishing operations. And, when the foremost section of this procession lies in an interval between $(k-1)\Delta \sim k\Delta$, an equation for amount of catch will be derived as follows :

$$c(k) = \sum_{i=1}^{k} f(1-f)^{(k-i)} \phi_i, \qquad (1.1)$$

where $1 \leqq k \leqq q$.

And we may obtain the next equation showing the relation between two successive catch amounts,

$$c(k) = (1-f) \cdot c(k-1) + \phi_k. \qquad (1.2)$$

Let us denote $C_1 = \sum_{k=1}^{q} c(k)$ and sum up from $k=1$ to $k=q$ both the sides respectively, then we obtain

$$fC_1 = f\phi - (1-f) \cdot c(q). \qquad (1.3)$$

ii) In an occasion in which the top section of a fish procession lies in an interval $q\Delta \sim p\Delta$ (Fig. 1—ii), the whole shoal will be fished evenly. Thus an equation for catch is derived as follows :

$$c(q+k) = \sum_{i=1}^{q} f(1-f)^{q+k-i} \phi_i, \qquad (1.4)$$

where $1 \leqq k \leqq p-q$, and from (1.4) we obtain

$$c(q+k) = (1-f) \cdot c(q+k-1). \qquad (1.5)$$

So that, operating similarily as the occasion i, we obtain

$$fC_2 = (1-f) \cdot c(q) - (1-f) \cdot c(p), \qquad (1.6)$$

where $C_2 = \sum_{k=1}^{p-q} c(q+k)$.

In case $p=q$ the equation (1. 6) is not necessary.

iii) At last when the first section lies in the interval $p\Delta \sim (p+q)\Delta$, the sections lying in the interval $p\Delta \sim (p+q)\Delta$ are excluded from the object of the fishing operations. So that

$$c\,(p+k) = \sum_{i=k+1}^{q} f\,(1-f)^{p+k-i}\,\phi_i, \qquad (1.7)$$

where $1 \leqq k \leqq q$, and

$$c\,(p+q) = (1-f)\cdot c(p+k-1) - f\,(1-f)^{p}\phi_k. \qquad (1.8)$$

So we can derive an equation as follows;

$$fC_3 = (1-f)\cdot c(p) - f\,(1-f)^{p}\phi, \qquad (1.9)$$

where $C_3 = \sum_{k=1}^{q-1} c\,(p+k)$.

In case $p > q$, from (1.3), (1.6) and (1.9) we may obtain two equations as follows :

$$fC = f\phi\,\{1 - (1-f)^{p}\},$$

or
$$\phi = C/\{1 - (1-f)^{p}\}, \qquad (1.10)$$

and
$$f = \{c\,(q) - c\,(p)\}\,/\,\{C_2 + c\,(q) - c\,(p)\}, \qquad (1.11)$$

where $C \equiv C_1 + C_2 + C_3$.

When p equals to q, $c\,(q) = c\,(p)$, thus from (1.1) and (1.3) two equations may be derived as follows :

$$\phi = C'/\{1 - (1-f)^{p}\}, \qquad (1.10')$$

where $C' \equiv C_1 + C_3$,

and
$$C_3 + (1-f)^{p}\cdot C_1 = c\,(p)\,\{1 - (1-f)^{p}\}\,(1-f)/f. \qquad (1.12)$$

If f is sufficiently small, we can consider that $(1-f)^{p} \fallingdotseq 1 - pf$, so that

$$f = \{C_1 + C_3 - p\cdot c(p)\}\,/p\,\{C_1 - c(p)\}.$$

Procedure in the Case B

We may perceive the pattern of relation among the catch amounts gained in each part of a fishing ground from Fig.2. And it is convenient to divide this case into three occasions.

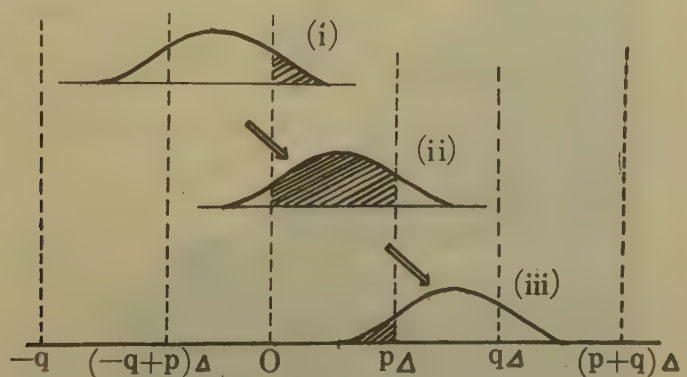


Fig. 2. Showing the transition of the portion confronted by the fishing operations (shaded). ($p > q$).

i) In the first occasion in which the foremost section lies in an interval $o \sim p\Delta$ (Fig. 2—i), a similar equation as (1.1) may be deduced as follows;

$$c(k) = \sum_{i=1}^{k} f\,(1-f)^{k-i}\,\phi_i, \qquad (2.1)$$

where $1 \leqq k \leqq p$, with the exception of exchanging the symbol p for q. And let us denote as $\phi\,(o) = \sum_{i=1}^{p} \phi_i$, then, omitting midway procedure, we obtain

$$fC_1 = f \cdot \phi(o) - (1-f) \cdot c(p). \qquad (2.2)$$

ii) When the first section lies in an interval $p\Delta \sim q\Delta$ (Fig. 2—ii), only the sections lying in the interval $o \sim p\Delta$ can be confronted with the fishing operations and the residuary sections are free from the fishing. Thus,

$$c\,(p+k) = \sum_{i=1}^{p} f\,(1-f)^{p-i}\,\phi_{k+i}, \qquad (2.3)$$

where $1 \leqq k \leqq q-p$. So we obtain an equation as follows :

$$c\,(p+k) = (1-f) \cdot c(p+k-1) - f\,(1-f)^{p}\,\phi + f\phi_{p+k}. \qquad (2.4)$$

So that

$$fC_2 = (1-f)\,\{c(p)-c(q)\} - f(1-f)^{p}\phi(1) + f \cdot \phi(2), \qquad (2.5)$$

where $\phi\,(1) = \sum_{i=1}^{q-p} \phi_i$, $\phi\,(2) = \sum_{i=1}^{q-p} \phi_{p+i}$ and $C_2 = \sum_{k=1}^{q-p} c\,(p+k)$.

iii) At last, when the first section lies in an interval $q\Delta \sim (q+p)\Delta$ (Fig. 2—iii), an equation similar to (1.7) can be derived as follows :

$$c\,(q+k) \sum_{i=1}^{p-(k-1)} f\,(1-f)^{p-i}\,\phi_{q-p-1+k+i}, \qquad (2.6)$$

where $1 \leqq k \leqq p$, and from (2.6) we can conclude that

$$c\,(q+k) = (1-f) \cdot c(q+k-1) - f\,(1-f)^{p}\phi_{q-p+k-1}. \qquad (2.7)$$

So we can obtain an equation as follows :

$$fC_3 = c(q+1) - f\,(1-f)^{p}\phi(3), \qquad (2.8)$$

where $\phi\,(3) = \sum_{i=2}^{p+1} \phi_{q-p+i-1}$.

From four $\phi\,(r)$'s an equation will be deduced as follows :

$$\phi\,(0) + \phi\,(2) = \phi\,(1) + \phi\,(3) \equiv \phi. \qquad (2.9)$$

In this case ($p<q$), we have necessity of assuming previously the type of arrangement of a fish procession, or deducing the type from other data by any proper procedure. If the type of arrangement is already known, then we can calculate the ratio $\phi(r)/\phi$, using the known values p and q. So, let us denote as $\phi\,(0) = \lambda_1 \phi$ and $\phi\,(1) = \lambda_2 \phi$, then we come to the following equations from (2.2), (2.5) and (2.8), viz.,

$$fC_1 = f\lambda_1 \phi - (1-f) \cdot c(p),$$
$$fC_2 = f\,(1-\lambda_1)\phi - f\,(1-f)^{p}\lambda_2 \phi + (1-f)\,\{c\,(p) - c\,(q)\},$$
$$fC_3 = \qquad - f\,(1-f)^{p}(1-\lambda_2)\phi + c\,(q+1).$$

From these three equations we can derive two equations as follows :

$$fC = f\,\{1-(1-f)^{p}\}\,\phi - (1-f) \cdot c(q) + c\,(q+1) \qquad (2.10)$$

and

$$f \cdot (1-f)^{p} = \{\,\{\,(1-\lambda_2)\,C_1 + (1-\lambda_2)\,C_2 + \lambda_2 C_3\}\,f$$

$$+ (1-f)(1-\lambda_2)\cdot c(q)] + f(1-f)^p \lambda_2 \cdot c(q+1)$$
$$+ f^2 C_3 - f \cdot c(q+1) = 0. \qquad (2.11)$$

It is generally troublesome to solve the equation of the $(p+2)$-order of f. Then, if f is a considerably small number, we may deduce from (2.11) the next equation, namely,

$$p\{(C_1+C_2) - \lambda_2 (C_1+C_2-C_3)\} f^2$$
$$-[\{(C_1+C_2+C_3)-\lambda_2 (C_1+C_2-C_3)-(1-\lambda_2) c(q)\}$$
$$-p\{c(q)-\lambda_2 (c(q)-c(q+1))\}] f$$
$$-(1-\lambda_2)\{c(p) - c(q+1)\} = 0. \qquad (2.12)$$

So we can calculate the values of ϕ by substituting f from (2.12) into the equation (2.10).

Actual Example

Among three relations between p and q, the most frequent and practical one may occur in the case of $p<q$. So we bring up for discussion the sardine fishery by the drift-net along the coast of Niigata Prefecture facing the Japan Sea. From the spring to the early summer the sardines migrate northwards off the coast of this area. Used data are obtained from the General Report on the Surveys of the Tsushima Stream, No. 1, published in December, 1953 by the Niigata Prefectural Fisheries Experimental Station.

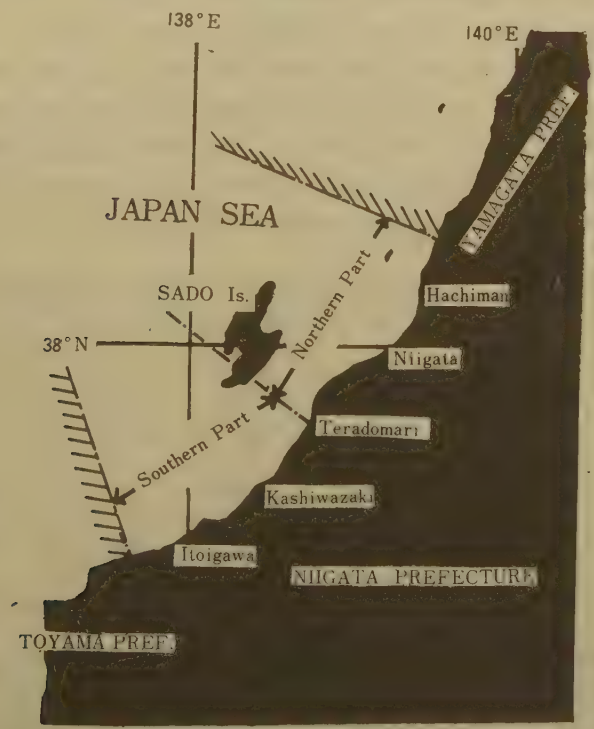


Fig. 3. Map of fishing area.

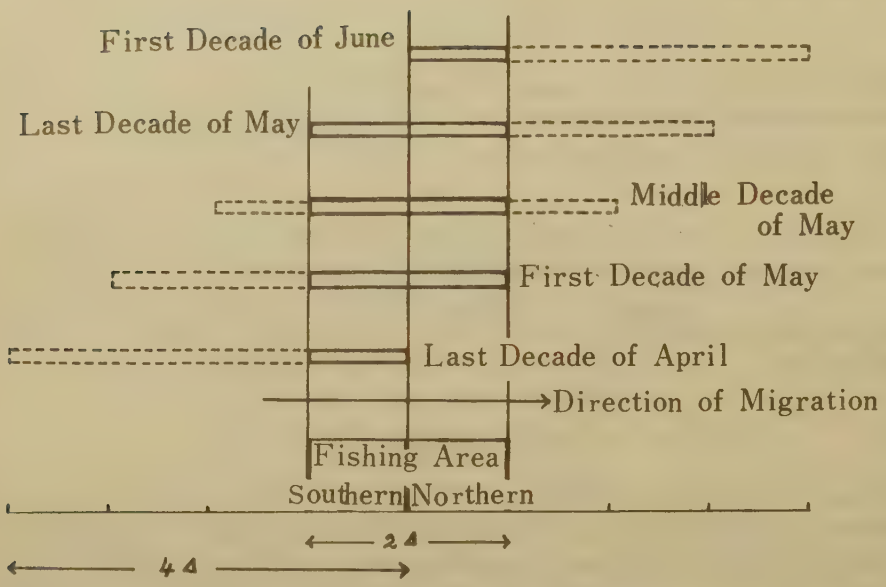


Fig. 4. p and q at the sardine fishery by the drift-net off Niigata Pref. (1953)

The sardine fishery by drift-net off the Niigata Prefecture seemed to continue from the last decade of April to the first decade of June in 1953. And it can be safely said that the pattern of fishery is distinguished between the northern half and the southern half of this area, the border line set at Teradomari. In other words, the fishing season of the northern half extends from the first decade of May to the first decade of June and the season in the southern half continues from the first decade of April to the last decade of May. The extension of the coast line of each part may be regarded as approximately equal.

Table 1. Numbers of fishes in the northern half and the southern half of Niigata Prefecture, caught by the drift-nets in the season of 1953 ($\times 10^3$). The sardine, ***sardinia melanosticta.***

Period / Fishing ground	April	May			June	Total
	Last Decade	First Decade	Middle Decade	Last Decade	First Decade	
Southern Half	348.7	3082.4	1937.7	906.7	—	6275.5
Northern Half	—	1365.0	1575.7	2332.7	693.4	5966.8
Total	348.7	4447.4	3513.4	3239.4	693.4	12242.3
Diagonal Sum	—	1713.7	4658.1	4270.4	1600.1	—

And, as distinct from Fig. 3, $p=2$ and $q=4$. So, let us denote the magnitude of each sub-shoal corresponding to Δ as ϕ_i and define as $\breve{c}_i = f\phi_i$ in the southern half and $c'_i = f(1-f)\phi_i$ in the nothern part, then we may obtain the following

results from Table 1.

$$\ddot{c}_0 = 348.7 \times 10^3, \qquad \dot{c}'_0 = 1365.0 \times 10^3,$$
$$\breve{c}_1 = 3082.4 \times 10^3, \qquad \ddot{c}'_1 = 1575.7 \times 10^3,$$
$$\dot{c}_2 = 1937.7 \times 10^3, \qquad \breve{c}'_2 = 2332.7 \times 10^3,$$
$$\breve{c}_3 = 906.7 \times 10^3, \qquad \dot{c}'_3 = 639.4 \times 10^3,$$

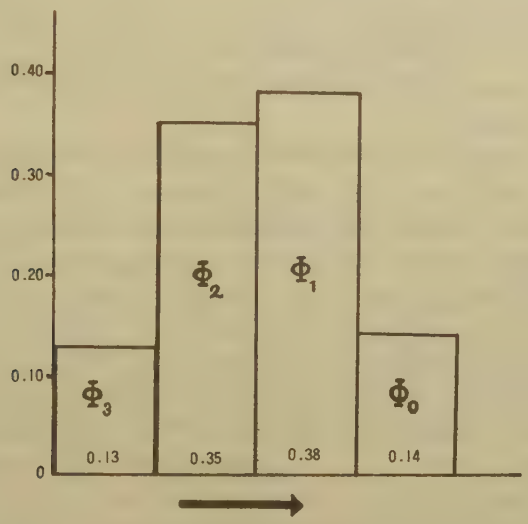


Fig. 5. Pattern of ϕi.

So that $\phi_0 : \phi_1 : \phi_2 : \phi_3 = 0.14 : 0.38 : 0.35 : 0.13$ (Fig. 5).

As $p=2$ and $q=4$, it follows

$$\lambda_1 = 0.14 + 0.38 = 0.52, \qquad 1-\lambda_1 = 0.48,$$
$$\lambda_2 = 0.14, \qquad 1-\lambda_2 = 0.86.$$

And it results that

$$C_1 = \dot{c}'_0 + \dot{c}'_0 + \ddot{c}_1 = 4786.1 \times 10^3,$$
$$C_2 = \ddot{c}'_1 + \breve{c}_2 + \ddot{c}'_1 + c_3 = 6752.8 \times 10^3,$$
$$C_3 = \breve{c}'_3 = c\,(q+1) = 693.4 \times 10^3,$$
$$c\,(p) = \dot{c}'_0 + \ddot{c}_1 = 4447.4 \times 10^3,$$
$$c\,(q) = \dot{c}'_2 + \breve{c}_3 = 3249.4 \times 10^3.$$

Therefore, regarding as $(1-f)^p \fallingdotseq 1-pf$, the results are as follows :

$$f^2 - 0.1065f - 0.0081 = 0.$$

So that

$$f = 0.158.$$

Thus, the rate of diminution during the season may be estimated as follows :

$$\{ f+f(1-f)+f(1-f)^2+\cdots\cdots\} = 0.487,$$

or, the rate of survival migrating out from this fishery ground is 0.513.

So,

$$\phi^* = C/0.487 = 25,138.2 \times 10^3 \fallingdotseq 25 \times 10^6.$$

Conclusion

Of the assumptions used as the basis of this trial, the first one appears to be not essential, for the irregularity of the arrangement in which the fish shoal migrates or the evenness of the migrating speed is not worth our considerations if the emigration or imigration through each boundary of a fishing area proceed continuously and smoothly.

The second assumption may be inadequate to some actual cases. In the coasting fisheries which are in the habit of aiming at the migrating pelagic fishes, generally speaking, towards the openning of fishing season a few boats begin to scout for a fish shoal for trial, the number of boats tends to increase as the season advances and to follow the main shoal within a certain limit and finally the fishing intensity comes to drop rapidly at a certain time, being perhaps a little behind the time when all fish shoals have gone out from this area. So if the number of fishing boats increases in proportion to the amount of fishes at hand, it may be safely assumed as $f=\text{const.}$ In the last half of the fishing season, if anything, the assumption $f=\text{const.}$ will fall to be inadaptable. In other report the author will discuss the case $f=f(t)$.

As mentioned previously, the limit of operations of the fishing boats tends to surpass the area covering those base ports. So one shoud take into account the actual conditions for the limitation of the fishing area.

This method may be considerably useful only when a fish shoal travels in parallel with the coast line. Still, when a fish shoal returns backward after staying for some days in a fishing ground, the same procedure may be adaptable with some additional considerations.

In this report the author omitts the considerations on the recruitment due to the birth of young fishes, the imigrations of two or more fish processions coming through quite different paths and the estimation of total amount of fish population which contains the fish stock being confronted to the fishery and another fish stock which will be capable of being fished during the period under consideration.

On these cases the author will present other discussions in the future.

Reference

1) ANON: 1953. General Report on the Surveys of the Tsushima Stream, No.1 Dec. 1953. (published by the Niigata Prefectural Fisheries Experimental Station), (in Japanese).

* ϕ does not mean magnitude of total population existing in a more extensive fishing ground involving the above-mentioned area but represents only magnitude of a fish shoal available for fishery in that limited fishing ground during the season under consideration. Accordingly, by extending this method of estimation over all the neighbouring fishing grounds successively, approximate magnitude of total population may be calculated.

工場廃水に関する研究

第5報　金属工場酸洗廃水の水棲動物に及ぼす影響に就いて※

赤築敬一郎・早山万彦

Studies on the Foul-water Drained from Factories.
5. On the Effects of the Acid-pickling Liquor Drained from the Metal Plants on Aquatic Animals.

By
Keiichiro SYAZUKI and Kazuhiko HAYAMA

The lethal and abhorrent concentrations of the waste liquor and chemicals having influence upon the aquatic animals—Japanese killifish, young goby, shrimp, etc.—were examined in this experiment using apparatus of running water type. The liquor used in this experiment was the acid-pickling waste liquor, which had been drained from the metal plant at Kudamatsu Factory, Tōyōkōhan Co., and the chemicals used were sulfuric acid and ferrous sulfate which were found as the main harmful elements in the waste liquor.

Moreover, breeding young gobies and carps in the waste liquor diluted below the abhorrent concentration, effects of the waste liquor on the feeding, growth and mortality were observed. The following results were obtained :

1) The lethal and abhorrent concentrations of Fe^{++} in ferrous sulfate were 7—8mg/L and 4—5mg/L respectively. And those of sulfuric acid were about 1×10^{-3} N and 1×10^{-4} N respectively.

2) Succesive dilutions of the waste liquor below the lethal and abhorrent concentrations, were 6,000—10,000 and 15,000—20,000 respectively.

3) In view of the fact that Fe^{++} concentrations of them were 6—10 mg/L and 3—4 mg/L respectively in diluting the waste liquor below the lethal and abhorrent concentration the harm in the waste liquor was mainly due to ferrous sulfate contained in the liquor.

4) Aquatic animals seem to get the infection and its feeding, growth, and mortality affected, even if they are bred in the waste liquor diluted lower than the abhorrent concentration for a long period.

緒　　言

金属工場の酸洗廃水は多量の硫酸及び硫酸第一鉄を含有し，未処理のまま排棄すれば水質に

※ 水産講習所研究業績　第127号.
昭和29年4月．日本水産学会年会（於東京）にて発表.

著しい影響を与える事を著者の一人赤築が第2報[1]で報告した。従来よりその主要有害成分である硫酸及び硫酸第一鉄の水棲動物に及ぼす影響については，BELDING[2]，大島[3]，大谷[4]氏等の研究がある。しかし従来の致死限界量は止水式で行われた実験結果で，硫酸第一鉄の如き変化し易いものでは正確な値と認め難い。著者等は金属工場酸洗廃水並びにその主要有害成分の致死及び嫌忌限界濃度を検討すると共に，その嫌忌限界濃度以下に稀釈した廃水中で魚類を飼育し，その摂餌状況，生長及び斃死に対する影響を観察したので，その結果を報告する。

実験材料及び方法

致死限界量の実験には富山・井上両氏の考案した流水式装置[5]に準じて第1図に示す如きものを使用し，10立容硝子水槽にハゼ（体長3～5cmのウキゴリ属の一種），メダカ及びエビを5～6尾づつ放養した。致死時間は供試水棲動物が，水面又は底層に横臥し，呼吸作用を停止し，衝激を与えても反射作用を示さなくなつた時までとし，致死限界濃度は30時間以上生存した場合の供試薬品の濃度或は廃水の稀釈倍数を以つて示した。

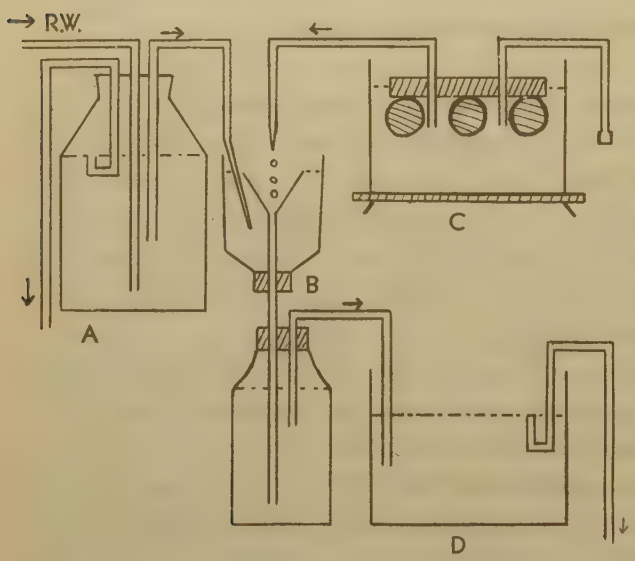


Fig. 1. Apparatus of the running water-type.
R.W. : Running water,
A : Resrvoir,
B : Mixing apparaeus,
C : Chemical vessel,
D : Breeding vessel.

嫌忌実験には大谷氏の用いた装置に準じて第2図の如きものを使用し，ハゼ及び稚鯉（体長 3～5cm）につき実験し，嫌忌限界濃度は供試魚が汚水区及び清水区に等しく往来する時の供試薬品の濃度或は廃水の稀釈倍数を以つて示した。

飼育実験には，前記の流水式装置を用いて，嫌忌限界濃度以下に稀釈した金属工場酸洗廃水（Fe^{++} 0.0 mg/L，1.0 mg/L，2.0 mg/L，3.0 mg/L の四区）中で，ハゼは7日間，稚鯉は10日間飼育し，斃死，生長及び摂餌状況を観察した。飼育槽には5立水甕を使用し，餌料としてはハゼには蛹粉と小麦粉（1：2）を毎日体重の$\frac{3}{100}$，稚鯉に

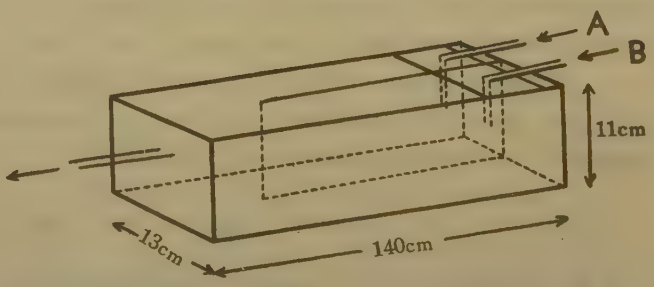


Fig. 2. Apparatus for determinirg abhorrent concentration.
A : Unpolluting water,
B : Polluting water.

は生牛肝臓を充分量（初体重の$\frac{20}{100}$～$\frac{30}{100}$）投与した。流水量は毎分約200ccとし，残餌は毎日サイフォンを用いて取除いた。

硫酸の濃度は中和滴定法により，全鉄はロダン鉄法（比色法），Fe^{++}は過マンガン酸カリ滴定法，pHは比色法により定量した。供試廃水（Fe^{++}; 60.7g/L, H_2SO_4; 0.744N/L）には東洋鋼鈑株式会社下松工場の酸洗廃液を使用した。

実 験 結 果 及 び 考 察

1．硫酸の致死及び嫌忌限界量

硫酸濃度と致死時間との関係は第1表に示す通りである。従来より致死限界濃度は，0.001

Table 1. Relation between concentration of sulfuric acid and time required to cause death of aquatic animals.

Concentration of H_2SO_4 (1×10^{-3}N/L)	Aquatic animals		
	Japanese killifish	Young goby	Shrimp
6.0	25－30 m	20－25 m	—
2.5	40－50 m	50－60 m	1－ 1.5h
1.7	7－ 8 h	9－10 h	6－13 h
1.3	<30 h	20－25 h	15－25 h
0.55	>30 h	>30 h	>30 h
0.27	>30 h	>30 h	>30 h

Remark : m and h denote minute and hour respectively.

N/L 内外と報告されているが，本実験に於ても1.3×10^{-3}N/L では，稚ハゼ，エビは20～25時間で斃死し，メダカは抵抗力の強い個体は30時間以上生存するものがあつた。5.5×10^{-4}N/Lになるとすべてが30時間以上生存した結果より見て，致死限界濃度は従来の結果と一致し，1×10^{-3}N/L 程度と思われる。

嫌忌実験は1.17×10^{-3}N/L～5.42×10^{-5}N/Lの濃度範囲で行つた。3.66×10^{-4}N/Lまでは敏感に嫌忌の傾向が認められ，全く硫酸区（汚水区）に游泳しないが，2.30×10^{-4}N/Lでは多少硫酸区にも游泳する様になる。しかし暫くすると，清水区に引返し，嫌忌の状態が大部鈍くなる。1.37×10^{-4}N/Lになると殆んど嫌忌を示さず両区にほぼ等しく往来し，それ以下の濃度では全く嫌忌の状態を示さなくなる。従つて1×10^{-4}N/L程度が嫌忌限界濃度と思われる。此は大谷氏等の報告による鰻の嫌忌限界濃度7.5×10^{-5}～4.0×10^{-5}N/L，鯉の1.25×10^{-4}～0.60×10^{-4}N/Lとほぼ一致する。

II. Fe^{++}の致死及び嫌忌量

第一鉄イオンの濃度と致死時間との関係は第2表に示す通りである。BELODING氏は Brook

Table 2. Relation between concentration of Fe^{++} in ferrous sulphate and time in hour required for mortality of aquatic animals.

Fe^{++} (mg/L)	Aquatic animals		
	Japanese killifish	Young goby	Shrimp
60	2－ 4	2－ 4	5－ 8
30	5－66	5－ 7	10－15
15	15－25	17－20	20－25
10	<30	20－30	<30
6	>30	>30	>30
4	>30	>30	>30

trout では，26.6mg/Lで24時間，高安[6]氏は鱒の致死限界量を約 0.001 Mol.（Fe^{++}; 55.85 mg/L），大島氏は仔鰻では0.001 Mol. では 6～8時間で斃死すると報告しているが，本実験では 0.001 Mol. では 2～5時間で斃死し，Fe^{++}10mg/L になると抵抗力の強い個体のほかは，30時間以内で斃死し，6 mg/L になつて全部が30時間以上生存する様になる。

従つて致死限界濃度は 7～8 mg/L 程度と思われる。従来の結果に比べて著しく致死限界濃度が低い。供試動物によつて多少の相違はあるとしても，斯様な大きな差を生じた理由は，従来の方法が止水式で行われた為に放置中に $FeSO_4$ が酸化され，難溶性の $Fe(OH)_3$ に変化して沈澱するからと考えられる。

嫌忌実験は 2～15mg/L の Fe^{++}濃度範囲で行つたが，Fe^{++} 8 mg/L までは敏感に嫌忌の状態が現われ，5～6 mg/L までは試験区（$FeSO_4$のSol.）にも游泳し，暫らく止まるものもあり嫌忌状態が鈍くなる。4 mg/L 以下になると全く嫌忌の状態が認められなくなる。従つて嫌忌限界濃度は 4 mg/L程度と思われ，高安氏が鱒に対して行つた結果 3～4 mg/L と一致する。

III. 金属工場酸洗廃水に対する致死及び嫌忌量

金属工場酸洗廃水の稀釈倍数と致死時間との関係は第 3 表に示す通りである。

Table 3. Relation between diluting multiple of the acid-pickling waste liquor drained from the metal plants and time in hour required until death of aquatic animals.

Diluting multiple	Fe^{++} (mg/L)	H_2SO_4 ($1X10^{-3}$N/L)	Aquatic animals		
			Japanese killifish	Young goby	Shrimp
1,000	60	7.44	2－3	2－3	2－5
2,000	30	3.72	3－5	4－5	——
3,000	20	2.45	5－7	7－9	9－10
6,000	10	1.23	<30	15－20	<30
10,000	6	0.74	>30	>30	>30
20,000	3	0.37	>30	>30	>30

致死限界量は 6,000～10,000倍でその稀釈廃水のFe^{++}及びH_2SO_4 の濃度はそれぞれ10～6 mg/L 及び 1.23×10^{-4}N/L～7.44×10^{-5}N/L で，H_2SO_4 濃度は H_2SO_4 のみの致死限界量以下であるから，この種廃水の毒性は主に Fe^{++} に起因するものと思われる。本廃水と硫酸第一鉄溶液の同Fe^{++} 濃度の致死時間を比較すると，前者が若干短いのは本廃水中に $FeSO_4$ 以外に H_2SO_4 及び種々の夾雑物が含まれていて此等の影響も加わつた為と思われる。此種廃水の成分濃度は一定したものでないからFe^{++}が 7～8 mg/Lを示す稀釈度を以て致死限界量とすべきである。

嫌忌実験は2,000～40,000倍の稀釈度で行つたが，致死限界量の7,000倍までは敏感に嫌忌が現われ，それ以上の稀釈倍数では次第に鈍感となり，16,000 倍では殆んど嫌忌を示さず，20,000倍では全く嫌忌しなくなる。従つて嫌忌限界量は15,000～20,000倍程度と思われる。此の限界に於けるFe^{++}及びH_2SO_4の濃度はそれぞれ 3～4 mg/L 及び 4.98×10^{-5}～3.72×10^{-5} N/L で硫酸第一鉄のみの限界量よりも若干低いが，致死限界量の場合と同様に Fe^{++} 以外の H_2SO_4 及びその他の夾雑物が影響する為であろう。

IV. 長期間に於けるFe^{++}の影響

実験結果は第 4 及び第 5 表に示す通りである。

（1）ハ　ゼ

Table 4. Experimental results of breeding of the young gobies in the waste liquor diluted lower than the abhorrent concentration.
Period of experiments is a week.

No. of experiment	Fe^{++} in waste liquor (mg/L)	Initial number of fish	Number of dying fish	Water temp. (°C)
I	2.5−2.8	23	11	14−16
	2.0−2.3	〃	7	〃
	1.0−1.2	〃	5	〃
	0.0	〃	3	〃
II	1.6−1.9	24	13	10−12
	0.9−1.1	〃	4	〃
	0.0	〃	2	〃
III	1.7−1.9	22	10	10−12
	0.8−1.0	〃	0	〃
	0.0	〃	0	〃

Table 5. Experimental results of breeding of the young carps in the waste liquor diluted lower than the abhorrent concentration.
Period of experiments is 10 days.

No. of experiment	Fe^{++} in waste liquor (mg/L)	Initial number of fish	Initial body weight of fish (g)	Number of dying fish	Average of body weight of fish (g)	Average of increase of body weight (g)	Growth rate (%)
I	0.0	10	3.26	1	0.780	0.454	239
II	0.85−1.05	〃	2.45	0	0.585	0.340	238
III	1.90−2.08	〃	2.58	1	0.578	0.320	224
IV	2.88−3.02	〃	3.41	0	0.667	0.326	195

摂餌状況はFe^{++}0.0mg/L区が最良で殆んど残餌を認めなかつたが，1.8 mg/L区では殆んで摂餌しなかつた。生長は斃死魚が多かつた為に明らかではないが，斃死魚のなかつた第III回目の1.0 mg/L及び0.0 mg/L両区に於いても体重の増加は認められず却つて 0.5〜0.3 g の減少を示した。生長を示さなかつたのは水温の低かつた事，投餌量の少なかつた事等によるものとも思われる。斃死率は三回の飼育実験を通じて何れもFe^{++}濃度が高い程多く，又大部分が飼育後5〜7日の後半に於いて見られる事よりFe^{++}は微量でも長期間に亘れば，次第に害があらわれて来るものと思われる。

（2） 稚 鯉

摂餌状況は大差なく，又殆んど斃死しなかつた。体重の増加はI区（Fe^{++} 0.0 mg/L）が最大で，その他の区では大差がない。生長率はFe^{++}の濃度の増加と共に低下の傾向が見られ，特にIV区ではやや顕著に現われている。この結果から見ると，10日間では嫌忌限界量以下のFe^{++}濃度まで稀釈した廃水は，稚鯉の生育に余り悪影響を及ぼさない様である。しかしながら，更に長期間の飼育を行い，その影響の有無を確かめる必要があろう。

摘 要

1．金属工場酸洗廃水並びにその主要有害成分たる硫酸及び硫酸第一鉄の水棲動物に対する致死及び嫌忌限界濃度を検討し，且つ嫌忌限界濃度以下に稀釈した廃水中で魚類を飼育しその摂餌状況，生長及び斃死に与える影響を調べた。

2．致死及び嫌忌限界濃度は硫酸第一鉄ではそれぞれ Fe^{++} として 7～8 mg/L 及び 4～5 mg/L であり，硫酸ではそれぞれ約 1×10^{-3}N/L 及び 1×10^{-4}N/L であつた。

3．供試廃水（Fe^{++}60.7g/L, H_2SO_4 0.744 N/L）の致死及び嫌忌限界稀釈倍数は 6,000～10,000倍及び15,000～20,000倍である。

4．供試廃水の致死及び嫌忌限界稀釈倍数に於ける Fe^{++} 濃度はそれぞれ6～10 mg/L 及び3～4 mg/L である点より見て，その毒性は主として硫酸第一鉄に起因する。

5．嫌忌限界量以下の濃度でも，長期間には魚類の摂餌，生長及び斃死に悪影響を与えるものと思われる。

終りに臨んで廃水の御送付並びに研究費の御援助を賜つた東洋鋼鈑株式会社並びに本実験に終始協力された徳本裕之助氏に対し深甚なる謝意を表する。

文　　献

1）赤藥敬一郎：1953. 金属工場廃水の有害成分と水質汚濁に就いて，工場廃水に関する研究，第2報. 農林省水産講習所研究報告，**3** (2)，75—79.

2）D.L.BELDING：1927. Toxicity experiments with fish in reference to trade waste pollution, Transactions of the American Fisheries Society, **57**.

3）大島信夫：1931. 仔鯛に対する塩類電解質の致死濃度並びに被害現象に就て，水産試験場報告 **2**，139—193.

4）大谷武夫・薄井与兵衛・木俣正夫・石川亀好：1939. 水中に溶存する化学物質の魚介類に及ぼす影響（第1報），日水誌，**7** (5)，281—287.

5）富山哲夫・井上明：1949. 水族に対する汚濁物質の影響をみる試験装置について，日水誌，**15** (9)，487—490.

6）末広恭雄：1951. 魚類学. 岩波書店，東京，226—234.

工場廃水に関する研究

第6報　金属工場酸洗廃水の処理に就いて※

赤　築　敬　一　郎

Studies on the Foul-water Drained from Factories.

6. Treatment of the Acid-pickling Waste Liquor from Metal Plants.

By

Keiichiro SYAZUKI

In the previous papers the author reported the harmful components of the concentrated acid-pickling and water-washing waste liquor drained from metal plants and on the cyclic method on treating the concentrated acid-picking waste liquor.

The present paper deals with the movement of impurities in raw iron-plate dissolved into the waste liquor and the supplemental means for cyclic method at high temperature treatment (Fig.1) as well as with the treatment of water-washing waste liquor by means of addition of alkali.

The results obtained are as follows :

1. Impurities as Cu whose electrolytic solution tension is smaller than that of Fe precipitate on the iron-plate immeditely after dissolution in the acid-pickling process, while impurities as Mn whose electrolytic solution tension is larger than that of Fe dissolve in waste liquor and its content increase gradually to about 3·A mg/L. Here A is the average content of impurity dissolved in the waste liquor from raw iron-plate in acid-pickling process.

2. When air temperature is higher than 25°C, and evaporation of the waste liquor from 10% to 20% is done before addition of concentrated sulfuric acid in the cyclic method, the ratio of treatment increases.

3. The content of Fe in the outflowing liquor, whose pH value is maintained weak alkali by adjustment of the quantity of added alkali, remains under 20 mg/L and Fe is removed more than 90% out of the water-washing waste liquor.

4. In this treatment about $8 \cdot M \cdot Nm^3$ in capacity, and width : height : length = 1 : 1 : 3 in structure is proper for the tank to be used for precipitating ferrous and ferric hydroxide. Here M and N are the content of ferrous ion (g/L) and the volume of waste liquor (m^3/hour) respectively.

緒　　言

金属工場より排棄される濃厚酸洗廃水及び水洗廃水の有害成分に就いては第2報[1]，　濃厚

※ 水産講習所研究業績　第128号.

酸洗廃水の循環処理法に関しては第3報[2]で報告したが，濃厚酸洗廃水の循環処理法（第1図）は酸洗過程で溶解する原料鉄板中の夾雑成分が処理回数を重ねるにつれ次第に濃縮されて鉄板酸洗作業上或は鉄板の品質上に悪影響を及ぼす恐れがあり，又高温時には廃液中の硫酸第一鉄の除去率が低く充分な処理効果を収められないので，本文では此等の点に関して検討を加え，更に水洗廃水のアルカリ添加処理法に就いて報告する。

濃厚酸洗廃水の循環処理法の検討

1．実験材料及び分析方法

実験には東洋鋼鈑株式会社下松工場酸洗廃水（Fe^{++} 1.524mol/L，H_2SO_4，0.327mol/L）及び原料鉄板（第1表）を使用し，Cu及びMnは夫々JES第109号及び第86号[3]，Fe^{++} は容量法により定量した。

Table 1. Impurities in raw iron-plate.

Element	Cu	Mn	P	S	C	Si
Content (%)	0.234	0.320	0.038	0.032	0.081	tr.

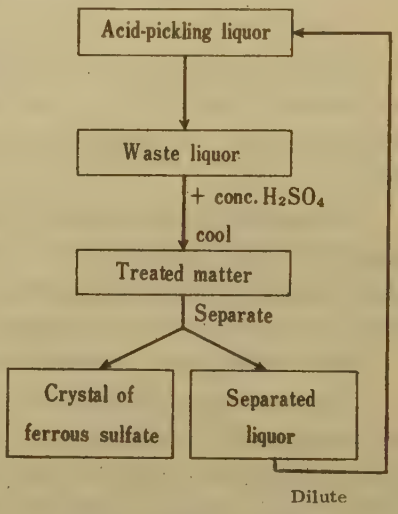


Fig. 1. Cyclic method on treating of the conc. acid-pickling waste liquor.

2．鉄板夾雑成分の動向

Cuの動向. 10%硫酸を60°C～70°Cに保温し粗鉄板を漬け30分～1時間放置して後に鉄板を取揚げ水洗してCuを定量した（第2表）.

酸漬鉄板は表面が黄緑色を呈し酸洗前に比してCuの全含量はほぼ等しいが含有率は増大する。酸漬鉄板を刷毛で磨き黄緑色の物質を除くとCuの全含量は減少し含有率は原料鉄板と等しくなる。又黄緑色の物質は定性試験によりCuなる事を認めた。此等の結果よりCuは硫酸に溶解直後鉄板上に析出する事は明かであり，此れはCuとFeの電離溶圧の差に起因するためと思われるから鉄板夾雑物でFeよりも電離溶圧の小さいものはCuと同様に酸洗過程で鉄板上に析出し廃液中には溶存しない。従つて此等の夾雑物は循環処理法上に何等の影響も及ばさないと考えられる。

Table 2. Movement of Cu in the acid-pickling process.

Weight of raw iron-plate (g)	Time of acid-pickling (hour)	Cu in acid-pickling iron-plate (mg)	Cu in acid-pickling iron-plate (%)	Cu in raw iron-plate (mg)
5.23	0	12.23	0.234	12.23
4.25	0.5	9.89	0.251	9.94
9.64	0.5	22.34	0.253	22.54
8.52	1.0	19.73	0.286	19.88
9.52	1.0	22.09	0.287	22.28

Mnの動向. 10%硫酸1Lを60°C～70°Cに保温し30g～50gの粗鉄板を漬け1時間毎に鉄板

を入換えて5時間酸洗を続行して後の廃液に濃硫酸を10%添加し室温まで放冷し硫酸第一鉄の結晶を析出させ，結晶と分離した液を稀釈して1Lにし，此れを回収酸洗液として同様な酸洗処理を繰返した。此間各回毎に廃液，分離液及び結晶中のMn及び鉄板溶解量を測定した（第3表）.

Table 3. Movement of Mn in cyclic method on treating

No. of disposal	Fe dissolved (g)	Mn dissolved from iron-plate (mg)	Mn in waste liquor (mg)	Mn in crystal (mg)	Mn in separated liquor (mg)
1	59	189	192	45	150
2	43	138	281	78	212
3	37	118	317	87	232
4	43	138	340	96	240
5	41	131	372	104	266

Mnは酸洗により廃液中に溶解し処理回数を重ねるにつれ次第に濃縮されるが，回収酸洗液のMnの増加は酸洗時に多量のMnが鉄板より溶解するにも拘らず余り著しくない。此れは第3表より明かな如く廃液中のMnの一部が処理時に硫酸第一鉄の結晶と共に除去されるためである。此のMn除去量は多くの実験結果からみて廃液のMn濃度に比例し，その20%～30%の範囲である。従つて処理時に除去されるMnと酸洗時に鉄板より溶解するMnとが等量になれば回収酸洗液のMnは一定濃度を保つようになる。酸洗時に溶出するMnの平均量をA (mg/L)，処理時に除去されるMn量を洗液中のMnの平均25%とすれば，回収酸洗液中のMnの濃度は次の如くになる。

処理回数	回収酸洗液のMn濃度（mg/L）
1	$A(1-0.25)=0.75A$
2	$(0.75A+A)(1-0.25)=A(0.75+0.75^2)$
⋮	⋮
n	$A(0.75+0.75^2+\cdots 0.75^n)$

第n回目の（　）内は初項0.75，項比0.75なる等比級数でnが無限大に於いてはその総和は3となる。従つて回収酸洗液のMnの最大濃度は3・Aである。酸洗過程で溶解する鉄板量は約1 mol/L即ち56g/L内外で鉄板中のMn含量は平均0.3%位であるからAは約170mg/Lとなり回収酸洗液のMn濃度は最大値が510mg/Lとなる。Mnと同様にFeよりも電離溶圧の大きい鉄板夾雑成分は処理回数と共に漸次濃縮されるが回収酸洗液中の濃度は夫々一定最大値以上にたらない。此の程度の濃度では鉄板酸洗作業上に殆ど影響を及ぼさないと考えられる。

以上の如く鉄板夾雑成分の影響は循環処理法を実施するに当り殆ど考慮する必要はない。

3．高温時に於ける補助手段

循環処理は溶解度を利用して廃液中の硫酸第一鉄を沈澱除去する方法であるから高温時には充分処理効果が得られない。従つて夏季に於いては処理目的を達するには廃液を冷却或は濃縮する必要があるが，冷却装置には莫大な費用を要する故適当でない。然し濃縮装置は比較的に簡単で且つ費用を要しないと思われるのでこれに就いて検討を試みた。即ち廃液1Lを適当量だけ蒸発して後に濃硫酸を100cc加え30°Cの恒温槽中に放置し硫酸第一鉄を完全に析出させ，次いで結晶と液を分離し分離液の容量及びFe^{++}を測定した（第4表）。

Table 4. Effect of evaporation on ratio of treatment at 30°c.

Ratio of evaporation (%)	Volume of separated liquor (cc)	Fe++ in separated liquor (mol)	Increased Fe++	
			(mol)	(%)
0	11,00	1.524	0.000	0.00
5	980	1.382	0.142	9.32
10	900	1.281	0.243	15.90
20	710	0.962	0.562	36.90
30	560	0.739	0.785	51.50

廃液を濃縮せずに濃硫酸を添加しても全く結晶が析出しないが，蒸発区は何れも硫酸第一鉄が析出しその析出量は蒸発率の増大に伴い漸増する。供試廃液では20％蒸発区で硫酸第一鉄の除去率が36.9％を示し処理目的を達する。本供試廃液の硫酸第一鉄濃度は1.524mol/Lでやや低く，普通は1.8 mol/L～2.0 mol/Lであるから蒸発率も10％程度で充分処理目的を達し得ると考えられる。

水洗廃水のアルカリ処理

1. 実験方法

常時排棄されておる水洗廃水には 1×10^{-2}mol/L～1×10^{-3}mol/Lの硫酸第一鉄及び遊離硫酸が含まれるから此等を除去するために苛性ソーダ溶液を添加して硫酸第一鉄を難溶性水酸化鉄として沈澱させ，又遊離硫酸を中和した。

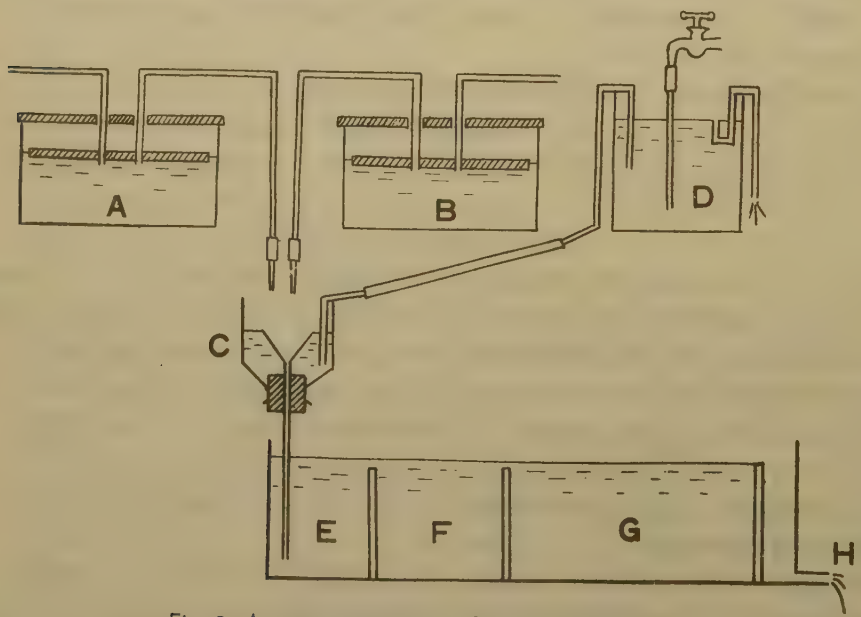


Fig. 2. Apparatus on treating of water-washing waste liquor
A : Tank of waste liquor,
B : Tank of sodium hydroxide solution,
C : Mixer,
D : Tank of water,
E,F and G : Settling-tank,
H : Outflowing-mouth.

実験には第2図に示す如き装置を使用し，A及びB槽には夫々適当な濃度の濃厚酸洗廃液及び苛性ソーダ溶液を入れ，混和器Cの漏斗上に一定量ずつ滴下し，又水槽Dから一定量の水道水をCに流下させる[3]。此等の混合液を沈澱槽E，F及びGに流入させ生成した水酸化鉄を沈澱せしめ上澄液をHより排出させる。流水量は一分間に150cc及び100cc.，薬液の混和比は1：30になる様に滴下量を調節して混合時のSO_4''及びNaOHの濃度が共に5×10^{-3}mol/L，Fe^{++}の濃度が約200mg/Lを示すようにした。沈澱槽の大きさは高さ及び巾を15cm，長さはE，F及びGを夫々10cm，15cm及び30cmのものを使用した。

2．沈澱堆積状態

流水量が150cc/分の場合の実験開始後4時間目の沈澱槽に於ける沈澱堆積状態は第3図に示

Fig. 3. State of precipitate in settling-tank after 4 hours.

す通りで殆ど大部分がE及びFに沈澱する。又沈澱槽の各区に堆積した沈澱をビーカーに移して2時間静置し各ビーカー内の沈澱の高さを測定した所E，F及びG区は夫々4.3cm，3.4cm及び1.4cmを示した。従つて沈澱量比はE：F：G＝3：2.5：1となり約85%強がE区＋F区に沈澱する事を認めた。

実験を長時間続行すると沈澱物は先ずE区，次いでF区に充満しその後はG区に多量の沈澱物が侵入し沈降堆積するが，かかる状態になると沈澱の一部がHからの排出水中に混在する為にFeの除去率が低下し処理効果がなくなるので，E及びFの沈澱を除去する必要がある。本実験ではE及びFに沈澱が充満したのは実験開始後17時間目であつたが，E及びFに沈澱の充満するまでの時間は廃水量及び廃水中のFe^{++}濃度に反比例し，E及びFの容積に比例するから廃水量及びFe^{++}濃度が一定の場合は，E＋Fの容積を大きくすれば沈澱除去作業間隔を長くしうるが，沈澱槽を余り大きくするのは設置費及び沈澱除去作業上から余り望しくない。沈澱除去作業は1日1回が適当であり沈澱槽の大きさもこれに合致する様にすべきである。本実験装置では E＋F の容積は約5 L，沈澱の充満に要した時間は17時間，その間に流入したFe^{++}は約30gであるからFe^{++} 1 kg当り約170 Lの水酸化鉄の沈澱がE及びFに堆積する事になり，従つて1日1回の沈澱除去作業を行うに適合する沈澱槽（E＋F）の容積は次式により算出しうる。

$$V' = M\times N\times 0.17\times 24 \fallingdotseq 4MN,$$

但し，Vは沈澱槽（E＋F）の容積（m^3），
Mは廃水のFe^{++}濃度（g/L），
Nは廃水量（m^3/hour）.

沈澱槽のG区はE＋Fと等容積でよいから沈澱槽の全容積（V）は8・M・Nとなる。尚沈澱を沈降させるには槽の長さを長くする必要があるから槽の形は 高さ：巾：長さ＝1：1：3程度のものが適当であろう。今廃水のFe^{++}を100mg/L，廃水量を100m^3/時とすれば沈澱槽の全容積は約80m^3，高さ及び巾を3 m，長さを9 mにすればよい。沈澱槽の構造に関しては種

々報告されておるが[4]，実際に設置する時は更に検討する必要がある。

3．流出液のFe濃度及びpH

実験開始後2時間毎に採取したHからの流出液を等量ずつ混合して Fe濃度及びpHを比色法により定量した（第5表）。

Table 5. Content of Fe and pH in the outflowing liquor from settling-tank.

Volume of runnig water (cc/min)	Fe in outflowing wtser (mg/L)	pH of outflowing water	Ratio of treatment (%)
100	14.84	7.3	92.6
150	15.61	7.2	92.0

流入液のFe^{++}は200mg/L内外であるから沈澱槽で90%以上のFeが沈澱除去される。流出液中の少量のFeも長時間放置すると完全に沈降するが，少量の $Fe(OH)_3$ は殆んど水棲生物に影響を及ぼさないから此れを完全に除去するために巨大な或は複雑な沈澱槽を設置する必要はない。又アルカリ添加量は水洗廃水の硫酸第一鉄及び遊離硫酸の濃度と廃水量とから算出して流出液のpHが弱アルカリ性を呈するようにすればFeの除去率を高めうる。

摘　　要

1．金属工場より排棄される濃厚酸洗廃水の循環処理法に於いて酸洗過程で溶解した鉄板夾雑成分の動向及び高温時の補助手段並びに水洗廃水のアルカリ添加処理について検討した。

2．鉄よりも電離溶圧の小さい Cu の如き夾雑物は酸洗過程で溶解直後に鉄板上に析出し，一方鉄よりも電離溶圧の大きい Mn の如き夾雑物は廃液中に溶解し処理回数と共に漸次濃厚となるが3・A mg/L 以上にはならない。但しAは酸洗過程で溶解する夾雑物量。

3．高温時の循環処理では濃硫酸添加前に廃液を10%～20%蒸発すると処理度が増す。

4．水洗廃水に添加するアルカリ量を調節して処理液のpHを弱アルカリ性に保つとFeの90%以上が沈澱除去される。

5．沈澱槽の容積は約 $8 \cdot M \cdot N\ m^3$，形は 巾：高さ：長さ＝1：1：3が適当である。但し，M及びNは夫々廃水のFe濃度（g/L）及び量（m^3/時）である。

最後に本研究に際し，試料の御送付並びに研究費の御援助を賜つた東洋鋼鈑株式会社に対し深謝の意を表する。

文　　献

1）赤築敬一郎：1953. 金属工場廃水の有害成分と水質汚濁に就いて，工場廃水に関する研究，第2報，農林省水産講習所報告，**3** (2)，181～185.

2）赤築敬一郎：1953. 金属工場酸洗廃液の新処理法に就いて，工場廃水に関する研究，第3報，農林省水産講習所研究報告，**3** (2)，187～191.

3）青木康造・小川政一：1951. 金属迅速分析法，修教社，東京.

4）富山哲夫・井上明：1950. 水族に対する汚濁物質の影響をみる試験装置について，日水誌，**15** (9)，487～490.

5）E. F. ELDRIDGE：1942. Industrial Waste Treatment Practice, New York（柴田三郎訳：1948. 工場廃水処理，東京）.

魚類プロテアーゼに関する研究（第4報）
魚胃液のpHに就いて※

藤　井　実

Studies on the Protease of Fishes (4)
pH of Stomach-juice of Fishes

By
Minoru FUJII

The author studied pH of stomach-juice of living fishes. The results obtained are as follows :

1） pH of stomach-juice of living fishes was found neutral or slightly alkaline; it proved to be slight by alkaline in case stomach is filled with food.

2） pH of stomach-juice turns acidic when fishes are put to death by vivisection or narcotic.

3） Stomach-juice of living fishes does not contain any free hydrochloric acid.

緒　言

従来の文献に依ると魚胃液は遊離の酸性を有しペプシン系酵素が消化作用の主軸を成していると考えられてきた。併し陸棲動物と異なり水特にアルカリ性である海水中に棲息する魚体は極めて制約された環境に取り巻かれているので其の胃液が陸棲の哺乳動物の夫の如く強い酸性を保持しながら消化作用を営み得るかに就ては非常に疑問視される所である。而して水棲の唯一の哺乳動物である鯨の胃よりペプシンを取り出したという報告が最近学会でなされたが未だ詳細なことはわからない。併し魚類の生理的条件は鯨の夫とは自ら異るものであるから胃の消化機作も又異るものがあろうと想像される。事実魚胃液の酸性度を調べた処前報[1]で指摘した如く実験に供した魚類（ちぬ，めばる，ふぐ，せいご，べら，たい，うなぎ）の胃液は中性からむしろ微アルカリ性に傾いていることを知つた。そこで更に詳細に魚の生死の前後に於ける胃液pHの変化及び胃液中の遊離塩酸の存否等に就き研究を行い従来の見解と異る知見を得たので報告をする。此の報告をするに当り実験に協力された富田技官に感謝すると共に文献を貸与された当所教授松井魁氏に謝意を表す。

実　験　の　部

1） 胃液のpHの変化と時間の関係に就いて

生魚（ちぬ，せいご）を其のまゝ放置死に致らしめ時間の経過と胃液のpHの変化との関係を調べた。即ち釣り上げたちぬ，せいごを二群に分ち一部を直ちに解剖してpHを検し残部を室温に放置死に致らしめ24時間及び48時間後pHを調べた結果は第1表の如くである。

※ 水産講習所研究業績　第136号.

Table 1. Changes of pH of stomach-juice of fishes after ceasing to breathe.

Kind of sample \ Period(hrs.)	Organs	0	24	48
Black-porgy	Stomach	7.8	6.4～6.6	6.6
(Kurodai)	Intestine	8.3	6.8	6.8～7
Common-sea-bass	Stomach	7.3	—	6
(Seigo)	Intestine	7.7	—	6.9

2） 胃内容物の存否に於ける胃液の pH に就いて

試料（たい）を二群に分けて水槽に養い一群には飼料を全然あたえず，他方には時々生えびをあたえ24時間及び48時間後胃液を調べ第2表の如き結果を得た。

Table 2. pH of stomach-juice in case of taking food or none in stomach.
Kind of fish : Red-sea-bream.

Rearing period(hrs.) \ Condition of stomach	Empty	Full with shrimps
24	6.4 ～ 6.8	7.2 ～ 7.5
48		

3） 麻酔死に依る魚の胃液の pH に就いて

以上の実験は所謂生体解剖に依るものであるが此の処理に依り瞬間的に生魚の筋肉及び内臓の諸器官に生理的の変調を生ずることも考慮されるので此の点を避けるため，飽和ウレタン液を麻酔剤として水槽中に滴加し魚を麻酔状態にして直ちに解剖に付した。その結果は第3表の通りである。

Table 3. pH of stomach-juice of fishes killed with narcotic.
Kind of fish : Red-sea-bream (Madai).
Scorpionfishes (Kasago).

Rearing period(hrs.) \ Condition of stomach	Empty
24	6.8
48	

4） 胃液中の遊離塩酸の存否に就いて

試料として真だい（体長15cmのもの）数尾分の胃液及内容物を炭酸を除去した再蒸溜水で良く洗い出し遠心分離機にかけて固形物を除去した上澄液に Dimethyl-aminoazobenzol を添加したが遊離塩酸の存在を示す赤色の呈色反応は見られなかつた。尚此の指示薬の塩酸に対する呈色反応の認知限界は反応液中の塩酸量が約 10γ/1cc であつた。

以上の諸結果を考察するに生魚胃液は中性乃至微アルカリ性を示しているがその死後すべて酸性に移行している（第1，2表）。参考に調べた腸液に就ても同じ現象が見られた。之は胃組織の自己消化に好都合の酵素的条件が pH 6 前後の微酸性側に存在することゝ考え合せると

最も合理的変化といえるであろう。而して胃液の pH は空胃の状態でも殆ど中性々近く飼料により充胃するとむしろ微アルカリ性に傾くことは第2表の示す通りである。又生体解剖の如き刺戟に依り筋肉の異状収縮等の変調の惹起を避けるため麻酔剤を使用した実験に於いても胃液は殆ど中性に近い値を示した（第3表）。即ち解剖の際腸及び他の内臓器官からの液汁が胃中に逆流した如き現象も考えられない。而して飼料に依り充胃すれば胃液 pH が微アルカリ性に成ることは食餌が一部の海水と共に摂取されることにも依るのであろうが，間断なく食餌を求める魚類の食性から考えると胃の消化作用そのものが微酸性乃至微アルカリ性の条件下に於て強力に遂行されているものと考えることは妥当といえる。そして胃液中に遊離の塩酸が存在しないことは以上の諸結果と共に魚胃に於ける蛋白消化酵素系がペプシン系のものでなく爾後の諸実験結果から見て恐らくカテプシン系に属するものと思惟されるのである。

尚此の実験の終了時に於て Mac Kay 等の [2] "Eel pout"（ギンポ科，タラの一種）の消化系に関する研究論文を読んだ。之に依ると此の魚の胃液が中性乃至微アルカリを示すことを報告している。その原因に就いて此の魚では他の魚と異なりその十二指腸から膵液が胃中に逆流しその作用が胃中で持続している特異な消化現象に依るものであると考察している。

総　　括

1） 生魚の胃液（たい，せいご，ちぬ，べら，ふぐ，うなぎ）の pH は中性乃至アルカリ性で食餌で充胃の状態では寧ろ微アルカリ性である。

2） 魚の死後に於て胃液の pH は酸性に変移する。

3） 魚胃液中には遊離塩酸は存在しない。

（尚此の報告の大要は昭和27年5月24日の日本水産学会中国・四国支部例会及び28年11月6日の日本水産学会秋季大会に於て講演した）。

文　　献

1） 藤井　実・富田輝雄・広高浩二・江良至徳：1952. 水産講習所報告 2 (1), 54～57.

2） MacKay, M. E. : 1929. Biological Bulletin 5.

魚類プロテアーゼに関する研究(第5報)

魚胃液プロテアーゼの酵素化学的性質※

藤　井　実

Studies on the Protease of Fishes (5)
On the Enzymatic and Chemical Properties of
Stomach-juice of Fishes.

By
Minoru FUJII

The author studied enzymatic and chemical properties of stomach-juice of fishes and inferred that the main protease in stomach-juice is an enzyme allied to kathepsin.

The results obtained are as follows:

1) Optimum pH for proteolytic activity of stomach-juice of fishes is about 7 and optimum temperature is about 35°C.

2) Furaskin (an antiseptic) - 5 - nitro - 2 - furfural-semicarbazone - 1/20,000 prevents completely propagation of bacteria in the reaction solution, but inhibits the proteolytic activity of pepsin and protease of stomach-juice at a rate of ca. 10 % or less.

3) The proteolytic activity of stomach-juice is inhibited by hydrogen peroxide (concentration in solution : 0.6%).

4) Protease of stomach-juice of fishes treated with trypsin is as before strongly active at pH 6~7, but exerts as much activity at pH 2 notwithstanding the enzyme is treated with trypsin or not.

緒　言

既に発表した如く魚胃液が中性乃至微アルカリ性であるから胃液の蛋白消化も又陸棲動物の夫とは異なる条件で行われていると推察し得るので胃液プロテアーゼの酵素化学的性質に就いて実験を行つた。

此の報告をなすにあたり非蛋白態水可溶性窒素の分析を担当された富田技官に謝意を表する。

実　験　の　部

1) 胃液プロテアーゼの至適水素イオン濃度に就いて

生魚の胃部を分離切開し，胃内容物及び胃液を再溜水で洗い出し遠心分離機に依り固形物を除去した上澄液を試料とし，基質としてエデスチン及びカゼインを使つた。魚種は主に鯛を用

※ 水産講習所研究業績　第137号.

いたが胃部の分化の程度の低いといわれる皮はぎの胃液に就いても実験した。其等の結果を示すと第1，2及3表の通りである。

Table 1. Opt. pH of proteolytic activity of stomach-juice of fishes. Kind of fish : Red-sea-bream (Madai), Condition of temp. : 35°C. Period of react. : 24 hrs. Substrate : Edestine.

pH	1	2	3	4	5	6	7	8
NH_2—N.(cc) $\times 10^{-2}$	5	4	6	7	5	9.6	9	8
Non-protein soluble—N. (mg) $\times 10^{-3}$	130	128	135	130	140	263	369	205

Table 2. Opt. pH of proteolytic activity of stomach-juice of fishes. Kind of fish : Red-sea-bream. Condition of temp. : 35°C, Period of react. : 24 hrs. Substrate : Casein.

pH	1	2	3	4	5	6	7
Non-protein soluble—N. (mg) $\times 10^{-3}$	105	105	105	112	120	120	161

Table 3. Opt. pH of proteolytic activity of stomach-juice of fishes. Kind of fish : File fishes (Kawahagi), Condition of temp. : 35°C. Period of react. : 40 hrs. Substrate : Casein.

pH	5	7	8.5
Non-protein soluble—N. (mg) $\times 10^{-3}$	93	206	196

以上の諸表の示す如く pH 6～7 に於いて非蛋白態水可溶性全窒素量及びアミノ態窒素量は最大を示しカワハギなどでは尚 pH 8.5 の様なアルカリ側でも強力な作用力を示している。

2） 胃液プロテアーゼの至適温度に就いて

主として鯛の胃液を使い，反応液の pH を 7 として各温度に於ける作用力を比較したがその一例を示すと第4表の通りである。

Table 4. Opt. temp. of proteolytic activity of stomach-juice of fishes. Kind of fish : Red-sea-bream. Period of react. : 20hrs. Substrate : Casein.

Temp.	5	20	30	35	40	55
Non-protein soluble—N. cc (as N/28 H_2SO_4) $\times 10^{-3}$	60.3	863.5	1105.7	1495.3	1337.3	1274.1

此の表の示す通り35°Cの附近に於て最も強い作用力が見られる。

3） 胃液プロテアーゼに対するフラスキン（5－nitro－2－furfural-semicarbazone）の影響に就いて。

胃液を其の儘使用するのであるから其の中に生存する細菌の繁殖，従つて細菌に依る基質の分解或は細菌プロテアーゼの分泌等の危険が考えられる。依つて之等の細菌の生存及び繁殖を妨げる為にフラスキンの飽和溶液の一定量を反応液に添加した。併し添加フラスキン自体が胃液プロテアーゼ作用力に抑制的影響を及ぼすことも当然考えられるので先づ予備試験としてペプシン製剤の水浸出液を使つてフラスキン添加に依る阻害作用の程度を検討し第5表の様な結果を得た。

Table 5. Influence of Furaskin (1/20,000)-(5-nitro-2-furfural-semicarbazone) on proteolytic activity of the pepsin. Condition of temp. : 35°C. Period of react. : 42 hrs.

pH	1	2.4	4.4	6.4
None add. of Furaskin. NH_2—N. (mg) $\times 10^{-3}$	66.1	79.9	64.0	35.5
Add. of Furaskin NH_2—N. (mg) $\times 10^{-3}$	64.4	69.9	33.3	22.2
Decrease of activity by adding of Furaskin (%).	-2.5	-12.5	-48.2	-36.0

第5表の結果を見るのにフラスキンの添加無添加何れの区に於てもpH 2.4 附近が最も強い作用力を示し，フラスキンの添加によりopt. pHの変動を生ずる様な影響を受けない。而して両区の作用力を比較するとpHが1及び2の様な酸性度に於いては添加区の作用力は無添加区の夫に比して約10%或は其れより少い減少率を示しているが，pHが4以上になると両者の値の開きが大きくなつている。此のことは強い酸性度に於いては両者共細菌的活動がなくフラスキン添加の影響だけが現れ，pH 4.4 以上の微酸性の場合無添加区に於ては反応時間が長いことゝ共に細菌の汚染及び増殖が行われてその細菌作用が強く現れてきたため添加区の値に比し過大値を示したものと思われる。更にアセトン・エーテル処理を施した幽門垂粉末試料を使つてアルカリ側に於ける酵素作用のフラスキンに依る阻害作用を検した場合に於いても10%内外の減少率を示した事実[1] から考えてもフラスキンのペプシンに対する阻害作用は約10%内外と考えてよい。従つて此の種の実験の様な且反応時間の長いものには細菌の混入及びその繁殖による影響を充分考慮すべきであるから，フラスキンの様な比較的酵素作用に対し抑制力の少い細菌繁殖阻止剤を使用すべきである。依つて爾後の実験にはフラスキン飽和液10ccを添加したが之の反応液中の濃度は約$\frac{1}{20,000}$である。

4) 胃液プロテアーゼに対する過酸化水素の影響

試料として鯛を用い其の胃液一定量に30%濃度の過酸化水素水1 ccを添加して其の阻害作用を検したが第6表の様な結果を得た。尚過酸化水素の反応液中に於ける濃度は0.6%である。

Table 6. Influence of hydrogen peroxide on proteolytic activity of stomach-juice of fishes. Kind of fish : Red-sea-bream. Condition of temp. : 35°C. Period of react. : 46 hrs.

pH	2	5	7
None add. H_2O_2 NH_2—N. (mg) $\times 10^{-3}$	23.5	28.7	55.1
Add. H_2O_2 NH_2—N. (mg) $\times 10^{-3}$	13.1	19.3	23.1
None add. H_2O_2 Non-protein-soluble-N. (mg) $\times 10^{-3}$	142.0	200.8	231.7
Add. H_2O_2, Non-protein soluble—N. (mg) $\times 10^{-3}$	133.9	185.3	226.5

更にカワハギに就いても同じ実験を行い，第7表の様な結果を得た。

Table 7. Influence of hydrogen peroxide on proteolytic activity of stomach-juice of fishes as File-fishes. Condition of temp. : 35°C. Period of react. : 39 hrs.

pH	5	7	8.5
None add. H_2O_2 NH_2—N. (mg) $\times 10^{-3}$	28.2	128.6	97.6
Add. H_2O_2 NH_2—N (mg) $\times 10^{-3}$	5.7	45.9	43.1

第6，7表に示す通り胃液プロテアーゼは過酸化水素の添加に依りその作用を阻害されることを知る。併し作用力はいづれに於いても pH 7 附近で最も強力である。

5） ペプシン系酵素の破壊を行つた胃液プロテアーゼの作用力

ペプシンの消化に就いては之をトリプシンで消化した P.S. YANG[2] の報告があるので氏の実験条件を使つてペプシンがトリプシンにより消化される条件の検討を行つた。即ちペプシン粉末製剤 0.2g を水10ccで抽出し此の抽出液 2 cc にトリプシン粉末製剤 0.4g を水 10cc で抽出した液 2 cc を加えて pH 5.4とし，35°C に夫々14，25 及び41時間放置して消化させた後之に一定量のエデスチンを添加し反応液の pH を 2 となし20時間反応させた。別にペプシン，トリプシン抽出液とも予め加熱煮沸してその作用力を破壊したものを前者と同一条件に処理して対照とした。其の結果を示すと第 8 表の様になる。

Table 8. Digestive action of trypsin on pepsin. pH of reaction solution for digestion : 5.4. Condition of temp. : 35°C.

Period of digestion(hrs.).	14	25	41
$NH_2-N.$ $(cc)\times 10^{-3}$	127	85	5

上表によつて明かな通り41時間放置の場合ペプシン作用力は殆どなくなつている。即ち pH 5.4，35°C，41時間の反応条件でペプシンはトリプシンに依り完全に消化されたのである。よつて胃液を 2 群に分け前記の様にトリプシン抽出液を添加し 35°C，48時間放置し（A），別にトリプシン抽出液を予め加熱し其の作用力を破壊したものを添加し（B），前者と同様に処理後基質エデスチンを添加し反応液の pH を夫々下表の様に調製して20時間反応させた。其の結果は第 9 表の通りである。

Table 9. Proteolytic activity of stomach-juice treated by destroying method for pepsin. Condition of temp. : 35°C. Period of react. : 45 hrs.

pH	2	5	6	7	8
A-group $NH_2-N.(mg)\times 10^{-3}$	5.6	22.5	41.6	39.3	35.9
B-group(control) $NH_2-N.(mg)\times 10^{-3}$	5.6	48.3	56.2	54.7	22.5

第9表の結果に依れば pH 2 に於てはペプシン消化操作を行うと否とに拘らずA，B二群共に同じ作用力を示している。此の事はペプシン系消化酵素の存在しない事を暗示するものである。pH 5，6及び7に於てAはBよりも作用力の低下を示した。即ち此の pH で作用する酵素系が添加トリプシンに依り相当消化された事を示すものである。而してAB両群共 pH 6～7 に於てい最強の作用力を示し更に pH 8 にても相当に強力な作用力を示すのは添加トリプシンの作用が加つた為で之は pH 8 に於けるBの値がAの夫よりも低いことからも説明できる。以上の様にAB両群共に pH 6～7 に於いて最強の作用力を示すこと，胃液の pH がほゞ中性であること，又胃液には遊離塩酸の存在しない事実や過酸化水素により特に pH 7 附近に於て強い抑制を受ける事等から魚胃液プロテアーゼは主としてカテプシン系酵素であろうと考えるものである。

総　　括

魚胃液プロテアーゼの酵素化学的性質を検討して其の本質につき推定を行つた。

1） 魚胃液プロテアーゼの至適水素イオン濃度は pH 7 附近である。

2） 該酵素の至適温度は35°C附近である。

3） 防腐剤フラスキン（5 - nitro - 2 - furfural-semicarbazone）は酵素反応液中の細菌作用を完全に防除した。而して之がペプシン及び胃液プロテアーゼ作用に及ぼす阻害は約10%又はそれ以内であつたが，それ等酵素の至適条件（温度，pH）を変動させる様な影響はあたえなかつた。

4） 胃液プロテアーゼは過酸化水素（0.6%濃度）に依り阻害される。

5） 魚胃液プロテアーゼを予めトリプシン酵素により消化させペプシン系酵素消化の条件をあたえた後其の作用力を測定した処，其の作用力は pH 1 及び 2 の様な酸性側では無処理と差なく，pH 6～7 に於いて相当影響を受けたが依然として最強の作用力を示した。（尚此の報告の大要は昭和28年11月 6 日の日本水産学会秋季大会に於て講演した）。

文　　献

1） 藤井　実：未発表.

2） YANG, P. S.: 1936. chin. J. Physiol, 10.

各種冷凍法に依る冷凍黄鯛筋肉の組織的差異※

小林　博・西川昇平

Preliminary Note on the Muscular Tissue of the Fish, *Taius tumifrons*, Frozen by Various Methods.

By
Hiroshi KOBAYASHI and Syohei NISHIKAWA

The difference of histological features of lateral muscle of the fish frozen by various methods were studied. The size of ice crystal grown in muscular tissue varies with freezing method. To put in descending order of size of ice crystal grown in the tissue we have : (a) air-freezing, (b) sharp-freezing, and (c) Ottesen's freezing method. But from view-point of number of ice crystals per unit space the above order is just reversed. Sections cut by microtome and mounted on slide glass in the refrigerated chamber showed a number of gaps in the tissue left by thawing of ice crystals. On the basis of these relics of outlines of ice crystals, relationship between size and number of ice crystals was obtained as plotted in Fig. 1. Ice crystals were mostly found in interspaces of muscle fibers or between muscle fiber and perimysium, but sometimes within muscle fiber as was the case with productions by Ottesen's method. Transverse section clearly revealed deformation of muscular elements due to ice crystals ; otherwise rather clear-cut polygonal outline of muscle fiber showed much shrinkage or distortion. Disintegration of connective tissue was so evident as to cause crevices in the object. Paraffin sectioning augmented damage inflicted by refrigeration, viz., air-frozen fish muscle when examined by paraffin sectioning was found made up by very loosely set muscle fibers. Undoubtedly the muscle yielded to very strong mechanical impulse when frozen in air freezing method. Phase-contrast microscope brought about delicate changes imposed by freezing within muscle fiber. Thus myofibrils and transverse striations faded into obscurity and bundles of myofibrils were disordered in their arrangement when subjected to air-freezing and sharp-freezing method. But such was not the case with the material treated with Ottesen's method. Moreover, this method kept flown-out sarcoplasma through rupture of sarcolemma at the least, so that still remaining "drip" in muscular tissue was stained most brightly pinkish of all frozen sample. All this revealed that Ottesen's method keeps histological features of muscle nearest to those to be found in alive fish. No comment is needed of supremacy of this treatment over the other techniques of refrigeration.

※ 水産講習所研究業績　第138号.

緒 言

魚肉に種々の保存処理を施した場合，その魚肉の組織的変化を調べることとは，施された処理の方法及び効果に対して重要な基礎的事実を与へるものとして意義があると思われる。従つて，冷凍方法が異つた魚肉の組織的変化を考究する事は，冷凍方法の相違が魚肉に及ぼす影響の程度を知るのみならず最も適当した冷凍方法の推定に役立つと考えられる。従来，冷凍魚肉の組織学的研究は PLANKE, EHRENBAUM und REUTER (1916), ZAROTSCHENZEFF (1930), MONVOISIN (1951) 其他多くの人によつて詳細に報告されているが，我国における此種の研究は少い。即ち，奥野 (1935, '37) は冷凍魚肉内に生じる氷結晶について，貯蔵期間及び冷凍温度による変化を報告し，妹尾 (1933, '43, '49～'52) は冷凍蝦肉，魚肉，鯨肉等各種の水産動物肉について冷凍並びに解凍の方法による組織的変化の状態を詳細に研究報告している。著者等は魚肉について冷凍方法の相違によつて生ずる肉組織の差異に関して，未だ報告を見ないので，魚肉における此等差異を観察し，更に此等の組織学的所見から最も鮮魚に近い状態に魚肉が保持されると思われる冷凍方法を推定する為に，本実験を行い，若干の考察を試みたので茲に報告する。

本文に入るに先だち，本稿の御校閲を賜つた九州大学農学部三宅貞祥博士に深謝すると共に，文献の御教示，助言を頂いた東京水産大学田中和男助教授に謝意を表する。又実験に際して種々御便宜を与えられた，大洋研究所川上猛雄氏を始め，大洋漁業株式会社第一冷凍工場の諸氏に厚く御礼申し上げる。

材料及び方法

供試材料はすべて東支那海産きだい *Taius tumifrons* (T. et S.) の体長150～180mmのものである。冷凍処理は1951年2月，下関市大洋漁業株式会社第一冷凍工場において，オッテーゼン氏冷凍法，急速冷凍法，空気冷凍法（以後本文では夫々オ冷，急冷，空冷と略記する）の3法により冷凍され，約40日間－12°C に冷蔵されたものである。冷凍温度はオ冷では－9～－11°C，急冷では Brine の温度は －24～－25°C，空冷では －22～－25°C であつた。魚肉の切片作製には第一背鰭下方，表皮直下の体側筋の一部分を採り，体軸に垂直方向に10～20μの切片とした。尚実験方法の詳細については次の観察結果の処で述べる。

観察結果

1） 魚肉組織中に生成した氷結晶

ミクロトーム，顕微鏡及び使用器具類は予め，－20°C に冷却して置き，同室温の冷蔵室内で実験を行つた。此場合の切片の厚さは 15μ で切断後，染色せず其儘検鏡した。この観察結果は Plate I, Fig. 1, 2, 3 の写真に示す様に，組織中の氷結晶の存在が明らかに認められ冷凍法によつて著しい差異がある。即ちオ冷では氷の結晶が小さく而も多数存在するが，急冷から空冷へと順次氷の結晶が大きくなるのに反し，結晶の数は減少している。肉組織の所見は切片が厚い為か，或は染色しない為か，この方法では全く観察出来なかつた。又氷の結晶の直径を測ることは検鏡開始後数分以内に氷結晶が解凍するので不可能であつた。従つて之等の観察を行う為に次の実験を行つた。

2） 解凍組織切片中に生じた氷結晶の抜け跡

凍結魚肉組織中の氷の結晶の大きさを推定することは必要であるが，前述の様に凍結切片の氷の大きさを冷蔵室内で測定することは非常な困難を伴う為，奥野（1935）[1] と同様に解凍後組織切片中に生ずる氷の抜け跡が凍結時の氷の結晶の大きさに等しいと考え，この孔を接眼ミクロメーターで測定した。方法は，前記実験で作製した切片をスライドグラスに貼付した儘，冷蔵室外で空気解凍し，直ちに実験室において 70% Alc. で24時間固定後，Haematoxylin-eosin 染色を施して観察した。斯くして得た組織標本（Plate I, Fig. 4, 5, 6）によれば氷の存在した跡が明瞭であり，オ冷による孔の大きさが最小であり，順次急冷，空冷によるものが大きくなることは前記観察と一致する。次いで孔径の大きさの分布状態を結晶の大きさ（孔の大きさ）と数との度数分布を求めて比較すると，曲線のモードがオ冷，急冷，空冷の順に直径の大きい方に移動していることが解る。即ちオ冷では氷の結晶が非常に小さく最大径は約 75μ で，急冷，空冷と順次最大径は 150μ，200μ 程度に増加している（Fig. 1）。尚 Plate I の写真で分る様に氷の結晶は筋繊維と筋繊維との間（但しオ冷の場合は後述する様に筋繊維の中に出来ている場合もある），又は筋繊維と筋膜との間に生じ，其為に筋繊維の横断面は鮮魚に見られる魚類特有の多角形（平井．1943）が崩れ，収縮或は歪形になつている。更に，筋繊維間の結合組織は多く破壊，収縮して間隙を生じている。

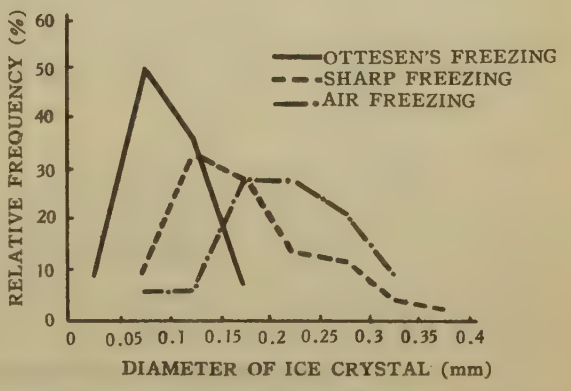


Fig. 1. Relation between size and number of ice crystals. Ordinate shows relative frequency of ice crystals produced in definite area.

3） 普通切片作製法による解凍後の組織所見

凍結魚体から切出した組織片を直ちに固定液に投入し，固定液中で解凍しながら固定した。　使用した固定液は Bouin 氏液，10% Formalin 液，Gilson 氏液である。固定後 7μ の Paraffin 切片として，Haematoxylin-eosin 二重染色を施した。又縦断面切片の一部には無染色の儘，5%燐モリブデン酸で処理したものを位相差顕微鏡（BM）で検鏡した。之等の組織標本によれば Plate II, Fig. 7 ～12 に示す様に空冷の魚肉組織が他の二者に比較して非常に筋繊維の配列状態が不整になつている事が分かる。そして筋繊維は鮮魚の肉組織の様な整然とした密な配列をしないで，可なり欠損を蒙つているのが見られた。筋繊維間の結合組織も多く破壊され微細になつている。オ冷のものは急冷のものより筋繊維が密に配列して居り，又筋繊維は可なり完全な形を保つている。尚オ冷のものは筋肉自体非常に収縮した状態を呈して居た。更に位相差顕微鏡によれば，空冷，急冷のものは筋原繊維が非常に不明瞭にしか観察されず，然も筋原繊維束の配列が不規則になつている。然るにオ冷のものは，鮮魚の場合と比較して稍々不明瞭であり，筋原繊維束の配列も乱れてはいるが前記二者よりは筋原繊維が明瞭に観察される（Plate II, Fig. 7 ～8）。又染色標本では組織中に残存する "drip" が eosin によく染ることが判明し，その染色程度から推察して "drip" の量はオ冷，急冷，空冷の順に多くなり，オ冷では氷の抜け跡には殆ど "drip" が保たれているが，空冷では組織中に残存する "drip" は少く，染色標

本でも極めて薄く eosin に染る程度である。尚上記の組織所見はすべて筋繊維の横断面についての観察であるが，筋繊維の縦断面の観察では，オ冷では他二者と比較して横紋は明瞭に認められ，空冷のものはオ冷，急冷のものと比較して筋繊維の破壊が著しい，即ち筋衣が破れて筋形質の細胞外への流出の甚しいのが見られる（Plate II, Fig.10～12)。

考　　察

冷凍の最適方法を単に冷凍魚肉の組織像のみから決定することは勿論不可能で，冷凍魚肉の化学的成分特に呈味成分の変化，外観による商品的価値，冷凍の物理工学的関係及び経済的事項等を考慮することが必要である。然し組織像は最も確実に表われる所見で，最近欧米では之を冷凍の最適温度，期間等の判定上の実務に応用，普及を計つている[13]ので，著者等は冷凍方法の相違による魚肉の差異を組織的に明らかにして見た。外国で研究された冷凍組織は鳥獣肉に関するものが魚肉に関するものより大多数であるが，オ冷で冷凍した魚肉組織に関する報告は未だ見当らない様である。妹尾（1952）は凍結鯨肉について急冷及び緩慢凍結肉を比較し横紋の存否より推察して，鮮度は前者が優位であるが，呈味成分の損失を来す "driping" は後者が尠いことを確認している。尚同氏は組織標本の検討に，筋繊維の整，不整，横紋の存否細胞核及び筋衣の正常又は崩壊を観察しているが，著者等は之等に凍結組織中の氷結晶の変化をも考察に加えた。

先に述べた様に，オ冷の魚肉では氷の結晶が小さく，数が多いが，之は同法では直接魚体を Brine に浸漬すること，及び Brine の濃度が各温度に対して常に食塩水の状態図における凍結曲線上にあることからして，魚体内水分の凍結するに要する時間が非常に短く，従つて魚体の冷却曲線が所謂最大結氷生成帯を短時間に通過する為によるものであろうと思う。そして氷結晶の大きさが 75μ と云う極めて小さいことから，それだけ他より組織を破壊することは少いと思われる。氷の結晶の大きさ測定に著者等は解凍組織中に生じた空孔を用いたが，切片をスライド・グラスに貼付してから解凍した為，組織の膨潤は少いと思う。従つて氷の抜け跡である孔をもつて氷結晶の大きさを推定したが，此等の測定結果は実験1の観察結果を一層明瞭にしている。氷結晶の大きさが ZAROTSCHENZEFF の報告の値と異つているが，之は魚種の相違，或は貯蔵日数等の相違に基因しているものと思う。尚魚体内水分量が一定の為，氷の結晶が大きくなればそれだけ数が減少するのは当然である。又貯蔵日数の増加と共に小さい結晶は互いに融合して次第に大きい結晶に移行し（奥野．1934)，約一ヶ月で結晶形は最大となる（ZAROTSCHENZEFF, 1930）ことから考えて，本実験材料はすべて貯蔵日数が約40日に略々一定しているので，結晶形の大小は貯蔵日数の長短によるものではなくして，冷凍方法の差異に基くものであり，更にそれらの大きさは夫々の冷凍方法における結晶の最大形と考える。

実験 3 は Paraffin 法によつた為，切片作製上当然組織の収縮が起るが鮮魚の組織標本も作り，それと比較し乍ら相対的差異によつて検討した。空冷によつた肉組織では，筋繊維の配列が非常に粗雑になり，筋鞘が押しつぶされているが，此事は比較的大きな氷の結晶によつて機械的衝撃を受けた為に組織が非常な損傷を蒙つたものと思われる。又筋原繊維束の配列が鮮魚に比較して非常に不明瞭になつているが，之は筋繊維の縦断面の観察でも明らかな様に筋繊維間に生成した氷結晶によつて筋鞘が破れ，筋形質の流動出が起つたのであると推察される。尚オ冷は他の二者より筋繊維の横断面では筋原繊維束が，縦断面では横紋が非常に明瞭に観察され，又筋鞘が破壊され筋漿の流動出して横紋の消失した繊維が少いと云う事実は，此冷凍方

法のものの鮮度がより優位にある事を示すと考えられる。

"drip" に関する染色結果はオ冷では，大部分の氷が筋繊維中に出来る為と，筋肉の非常な収縮の為に dripping として魚体外に出る呈味成分が組織中によく保たれることを示すと思われる。この呈味成分の消失の少量であることは，筋肉の非常な収縮が箸ろ舌の触感をよくすること* と相俟つて食感を一層増大するであろうと思われる。

以上の様に肉の組織的観察からではオ冷のものが最も鮮度が優位にあつて，急冷及び空冷では妹尾の鯨肉に関する報告と稍々異り，氷結晶の大小以外は組織学的には余り相違は見られなかつた。然もオ冷では魚体表面や鰓が薄黒くなつて，恰も鮮度が低下した様に見え商品的価値を落すと云われているから，此の点については将来改良されねばならないと思う。尚本実験ではオ冷の温度が他二者のそれより高いから比較検討に充分な材料とは云えないが，オ冷のものが温度が高いにも拘らず良好な組織所見を示しているので，以上述べた組織的差異は明らかに理解される。

最近河端（1953）はまぐろ筋肉の腐敗時に於ける組織学的研究で，筋繊維中の正常繊維の減少率を算出して，それが揮発性塩基の増加と平行しているのを見出している。従つて冷凍組織においても此の様に化学的変化を伴う組織的変化を定量化する試みがなされる事を将来の研究に期待するものである。

結　　論

冷凍魚肉の組織的所見だけから判定すればオ冷のものが最も鮮度が優位にある。急冷及び空冷のものは略々同様の所見を示すが，前者が稍々鮮度が優つている様である。

摘　　要

1．オ冷，急冷，空冷で夫々冷凍された黄鯛の筋肉組織の比較検討を行つた。

2．凍結組織中に生成する氷結晶の大きさは上記冷凍法の順に大きくなり，其数は逆に尠くなる。此事は氷結晶の大きさに関する度数分布図でよく理解される。

3．氷結晶は一般に筋繊維間及び筋繊維と筋膜との間に生じ，オ冷にあつては筋繊維中にも生成される。

4．筋繊維の横断面において，オ冷肉にあつては他二者の冷凍肉より筋原繊維束の配列が乱れて居らず，且つ明瞭に観察される。

5．筋繊維の縦断面組織において，オ冷肉は他二者の冷凍肉より横紋が明瞭に観察され，又氷結晶による筋衣の破壊，筋漿の流動出が少く，空冷と急冷の肉組織は近似している。

6．之等の実験結果からオ冷は他より鮮度が優位に保たれると思われる。

参 考 文 献

1）平井達二：1943．魚類の背側軀幹筋の比較組織学的研究，解剖誌，**21**（2），100～104.

2）加藤舜郎：1943．冷凍食品，上巻，生活社，東京.

3）河端俊治：1953．魚肉の組織学及び組織化学的研究，Ⅰ，びんなが鮪肉腐敗時の組織学的変化，日水誌，**19**（7），813～818.

4）奥野　博：1935．冷凍魚肉内に生ずる氷の結晶に就いて（予報Ⅰ），日水誌，**4**（4），295～260.

* 清水　亘，水産製造化学講述による。

5) 奥野　博：1937. 冷凍魚肉内に生ずる氷の結晶に就いて（予報 II），日水誌，**5** (6)，382～384.
6) PLANK, R., E. EHRENBAUM und R. REUTER：1916. Die Konservierung von Fischen durch das Gefriererfahren.
7) 妹尾秀実・長峰わか：1933. 冷凍魚肉の組織学的研究，日本冷凍協会誌，**8** (96)，802～810.
8) ――――：1943. 冷凍鯨肉の組織学的研究，冷凍，**18** (216)，447～454.
9) ――――：1949. 南氷洋産冷凍鯨肉の組織学的研究（其の一），南氷洋産冷凍鯨肉に関する研究報告（1948～1949），57～60，冷凍魚介類価格査定委員会発行.
10) ――――：1950. 南氷洋産冷凍鯨肉の組織学的研究（其の二），急速凍結及び緩慢凍結筋肉の比較. 同上報告，（1949～1950），86～90.
11) ――――：1951. 南氷洋産冷凍鯨肉の組織学的研究（其の四），種々の解凍方法による凍結筋肉の比較，同上報告（1951～1952年度），257～264.
12) ――――：1952. 南氷洋産冷凍鯨肉の組織学的研究（其の五），同上報告，（1950～1951年度），60～65，水産庁発行.
13) ――――・小口真知子・平柳礼子：1952. 冷凍びんながまぐろの筋肉の組織学的研究，輸出冷凍水産物検査協会発行.
14) ZAROTSCHENZEFF, M. T.：1930. Between Two Oceans, Rapid Chilling and Freezing Systems for Fish and Meat. London.

Plate I.

Fig. 1.

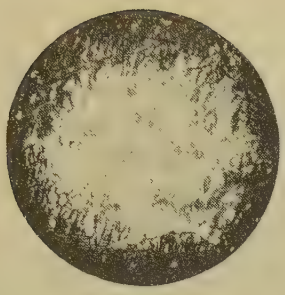


Fig. 4.

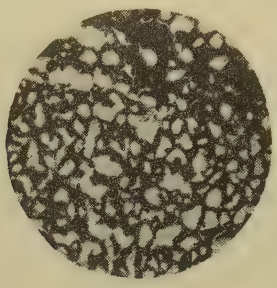


Fig. 2.

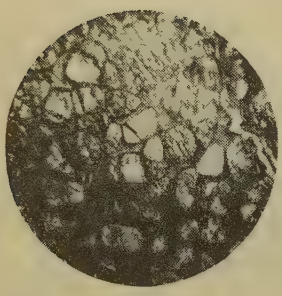


Fig. 5.

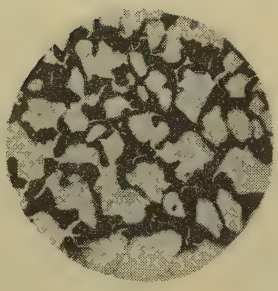


Fig. 3.

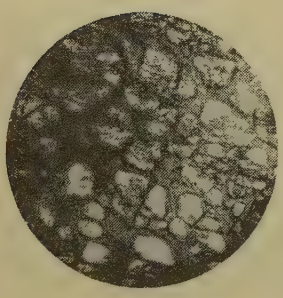
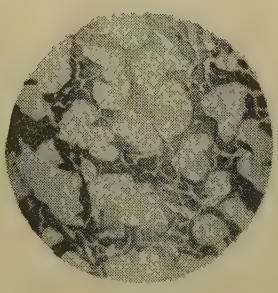


Fig. 6.



Explanation of plate

Fig. 1. Showing ice crystals produced in frozen muscle tissue of the snapper, refrigerated ay Ottesen's freezing method. ×150.
Fig. 2. Ibid., refrigerated by sharp freezing method. ×150.
Fig. 3. Ibid., refrigerated by air freezing method. ×150.
Fig. 4. Showing empty cavities produced by thawing of the ice crystals of frozen tissue, refrigerated by Ottesen's method. ×200.
Fig. 5. Ibid., refrigerated by sharp freezing method. ×200.
Fig. 6. Ibid., refrigerated by air freezing method. ×200.

Plate II.

Fig. 7.

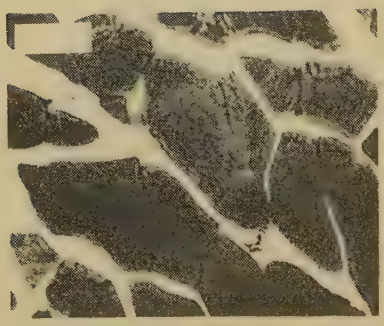


Fig. 10.

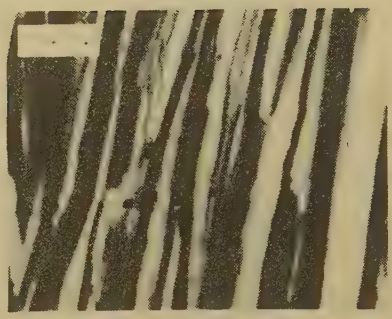


Fig. 8.

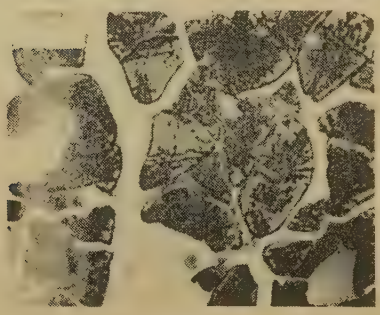


Fig. 11.

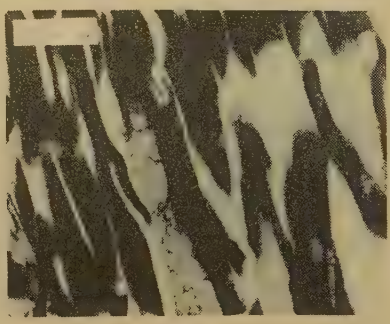


Fig. 9.

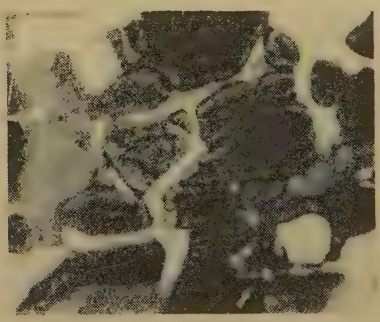
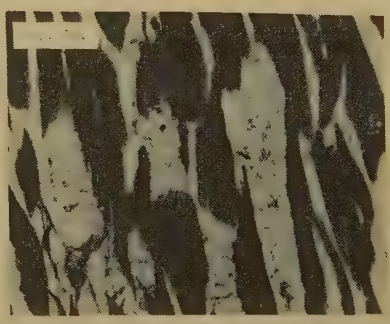


Fig. 12.



Explanation of plate

Fig. 7. Showing transverse section of muscle fiber of fresh fish. ×600.
Fig. 8. Showing transverse section of muscle fiber of the fish, refrigerated by Ottesen's freezing method. ×600.
Fig. 9. Ibid., refrigerated by air freezing method. ×600.
Fig. 10. Showing longitudinal section of muscle fiber of the fish, refrigerated by Ottesen's freezing method. ×300.
Fig. 11. Ibid., refrigerated by sharp freezing method. ×300.
Fig. 12. Ibid., refrigerated by air freezing method. ×300.

Some Observations on the Luminous Organ of the Fish, *Paratrachichthys prosthemius* JORDAN et FOWLER※

By

Seishi KUWABARA

Although considerable attention has been directed to deep-sea luminous fish such as *Iniomi* in which luminecence is produced by luciferin-luciferase reaction within the cell, comparatively little is known of certain squid and fish which occasionally or regularly emit light because of symbiotic lumious bacteria harbored in certain gland.

HARVEY (1920) ascertained that certain species of East Indean fish *Photoblepharon* and *Anomalops* have a special subocular luminous organ, in which luminous bacteria are allways present. These bacteria live among a group of special long cylindrical cells which are richly impregnated with blood capillaries. Continous light emission of these bacteria is sometimes shut off by a screening mechanism of melanophores.

Similar finding was made by YASAKI and OKADA through both the bacteriological and histological methods in luminous organ of the nocturnal fish, *Monocentris japonica*. A spceies of *Gadidae*, *Physiculus japonicus*, as observed by KISHITANI (1930), has black discs, abounding with two kinds of luminous bacteria in a gland imbedded in ventral muscle.

While, HICKLING (1925) called attention to a new type of luminecence in the fish, *Macrocephalus laevis*, viz., light comes out only after luminous material is discharged to the exterior. In 1938 HANEDA disproved HICKLING's theory, by way of showing that source of light of *Macrocephalus laevis* is due to luminous bacteria.

Since then it has become clearer that some luminous fish emit light on account of symbiotic luminous bacteria distributed from deep-seas to shallow waters (e. g., *Macrouridae*, *Acropoma* and *Leiognathidae*) but it does not exclude that luminous fish aboundantly found in the depths of the ocean turn to their own resources for production of light.

The present paper embodies observations on anatomical and histological structures of the luminous organ appearing in a species of the *Trachichthyidae*, *Paratrachichthys prosthemius* JORDAN et FOWLER.

The materials dealt with here were obtained by means of the motortrawler from a depth of about 100 fathoms off Aichi and Mie Pref., socalled Kumanonada.

General features of the organ of this fish were first macroscopically studied

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 139.

using materials which were made translucent by glycerin. The histological technique employed was essentially the same as that described in previous paper (KUWABARA, 1954).

MARMER (1910) mentioned this fish (*Paratrachichthys*) as being "known to live at present day, mostly at great depth, in these as nearly all over the world" and he continues "vent occupies a more anterior, between the ventrals." He is apparently unaqare of any luminous property in this fish and none of the authors he quotes seems to have suspected it, so far as the author can ascetain, so that the work reported here may be said the first to specifically describe luminous organ of this fish.

Fig. 1 represents lateral and ventral views of the fish in which anus is situated anteriorly just behind ventral fin, and armed with scutes (ST) to form ventral

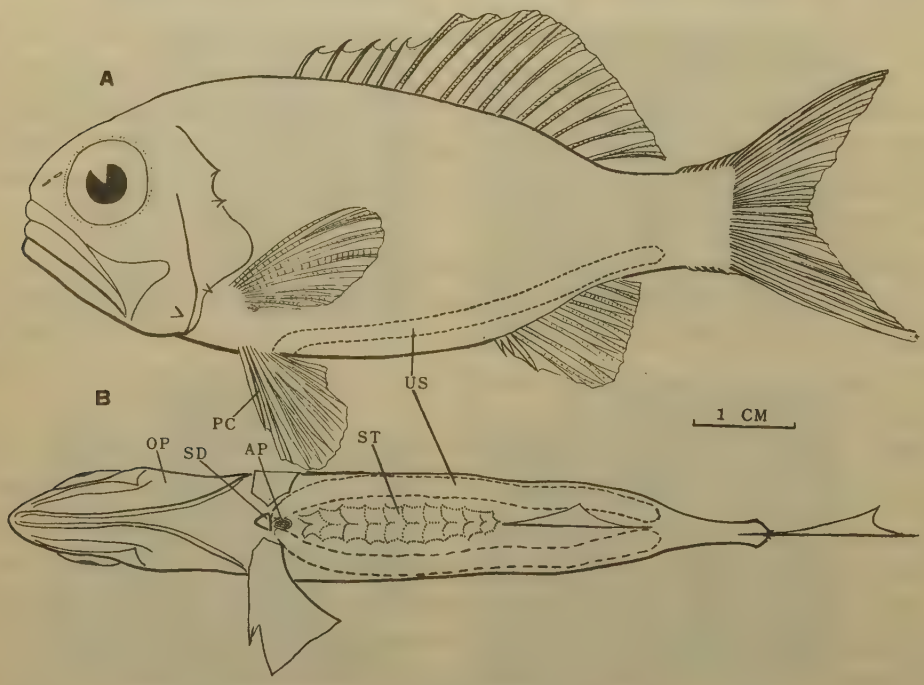


Fig. 1. Lateral and ventral views of *Paratrachthys prosthemius* JORDAN et FOWLER, showing the position of scale-less depression.
AP, papilla in which the rectum terminates; OP, operculum; PC pectoral fin; SD, scale-less depression; ST, scutes; US, unknown structure.

keel. The pectoral fin of one side is indicated by PC, black scale-less depression (SD) lying between and behind bases of pectoral fin. OP is operculum, and AP is papiila in which rectum terminates at its apex, viz., anus. Possibly this papilla was formed by turning inside out the rectum owing to pressure change when brought ashore from depth of ocean.

When base of the anal papilla is examined with a magnifying lens a characteristic disc which has opening of the duct of luminous organ is found just before the papilla.

The skin in this region is remarkablly thickened and heavily loaded with chromatophores. The scale-less depression measures 1.8 mm in width in a specimen with total length 70 mm, its skin apparently much thinner, are quite translucent in middle, but abundantly surrounded by melanophores which are provided with branched and ramifying processes.

Fig. 2 shows longitudinal (A) or transverse (B) section though the middle of gland and rectum. The rectum (P) is seem with quite thick wall and much pleated

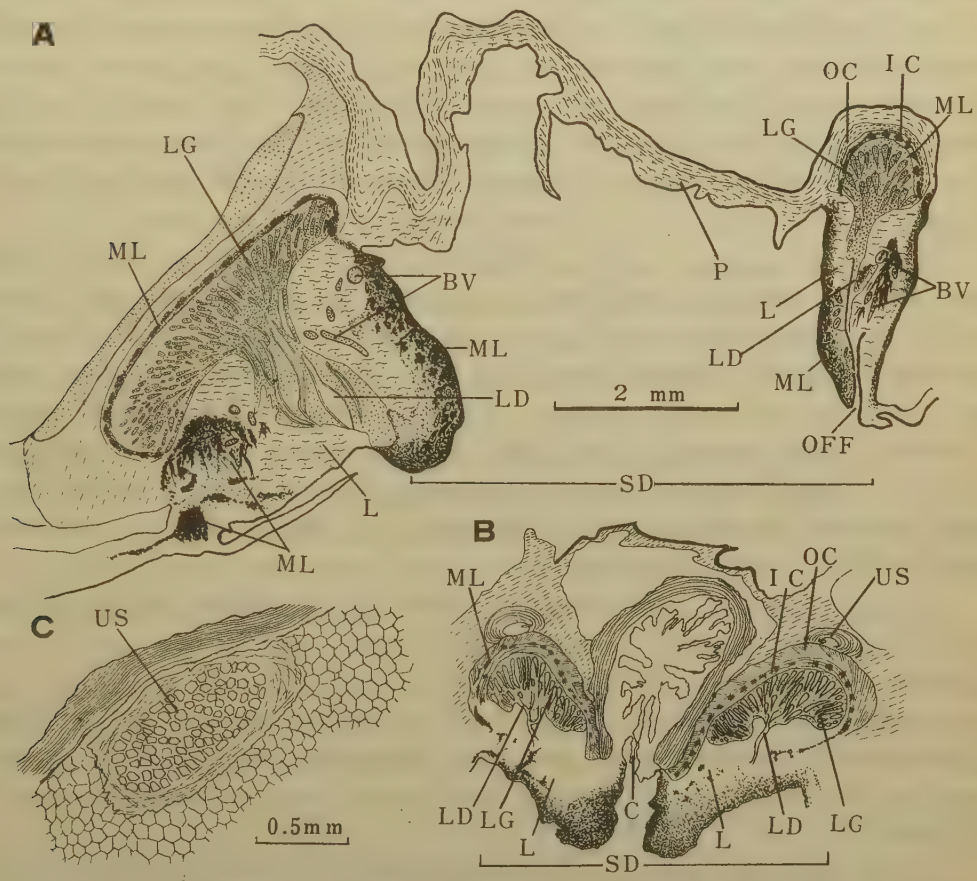


Fig. 2. A and B, Longitudinl and transverse sections of luminous gland; C, transvers section of the unknown structure which starts from scale-less depression and extends backward along the each ventral side of the body. BV, blood vessel; C, coelom; OC, inner capsule; L, lens; LD, duct; LG, luminous gland, ML, chromatophore pigment; OC, outer capsule; OFF, opening; SD, scale-less depression; US, unknown structure.

epithelium. The luminous gland (LG) is furnished with its duct (LD) passing downwards and opening to the exterior. The figure illustrates that the luminous gland here encircles the rectum, a point which will be again referred to. A remakable hyaline lens body (L) lies beneath the gland. ML points to portions of the heavy sheath of black pigments which rectum possesses down from the coelom to body wall.

The luminous gland of this fish essentially consists of ramified tubes, emptying

themselves in a duct and staining well with haemtoxylin and eosin. Along the wall of the tubes granules are found abundantly, so that the cytoplasm stains with eosin.

Granular bodies which look like bacteria are found assembling in groups along the outer wall of tne tube and also in the lumen of the gland, they never show up within glandular cells, in whicn close scrutiny reveals nerve-endings. All these findings suggest identity of the object with the sack of bacteria as described by KISHITANI in the luminous gland of *Physiculus japonicus*, a device for keeping the glandular celle from the bacteria.

The number of the tubes decreases as one approaches its opening which is situated near tne anus and in the wall of the rectum. Tne capsule which covers up the luminous gland is composed of two layers: outer and inner. Inner (IC), accompanied by chromatophores, is made of winding fine fibres, whereas outer one (OC) is composed of parallely running fibre bands of crude collagen. They are compactly set and stain well with Delafield's haematoxylin and eosin.

Between the gland and epidermal layer, there is dermal layer which is scale-less, so that it may serve as a lens which condenses the light emitted from tne luminous gland. A translucent disc in the capsel is heavily laid with vein and capillaris (V) in close juxtaposition with the chromatophores (ML). Black pigments presumably expand and contact so that they stand in relation with the control of light emssion.

In Fig. 2 a, a long tongue of tissue is seen, viz., rectal papilla (P). It consists chiefly of connective tissue, containing black pigment, and rich in blood sinuses (BV). At this point the luminous duct is seen at LD, with its characteristic feature opening in the wall of the rectum.

Curiously enough, a structure of an unknown nature is visible, starting from the black scale-less depression back-ward along each ventral of the body. As the structure in question (US) in Figs. 1 and 2,C assummes the same appearance as the luminous gland of *Acropoma japonica* Type 2 (HANEDA, 1950), the author first has taken it for the luminous organ of this fish (*P. prosthemis*). But this chracteristic structure is nothing more tnan muscle tissue histologicaly. Its scrutiny is deferred to future.

In viws of the observations given above the luminous gland of this fish essentially consists of simple gland whicn is ramified out, and centering in the duct, opening in the wall of rectum, and covered by both outer and inner capsules.

As regards the lens, the translucent colune which is composed of fine connective tissue layers above the gland fulfills its function.

Since the chromatophores are seen ramified out, it is possible that they serve as a mechnism for screening the lignt emit from tne gland.

The results thus far point to the conclusion that the organ in question is essentially simmlar to the "OPEN TYPE" ones in *Gadidae* (KISHITANI, 1930), *Macrouridae* (HANEDA, 1936) *Monocentridae* (YASAKI, 1928) *Acropomatidae* (YASAKI

& HANEDA, '36) and *Leiognatidae* (HANEDA,'40), which possess opening are capable of direct emission of light by culture of luminous symbiotic bacteria within the luminous organ.

Wide difference is evident from these structure of luminous organ which are the closed type without any external opening such as *Yarella* and *Polyiounus* (HANEDA, 1950) and scopelid fish my previous paper (KUWABARA, '54).

Although the writer has had neither an opportunity of ascertaining actual light emission from the organ nor of undertaking bacteriological studies on living fish, the observations, purely anatomical and histological, clearly demonstrate that the structure of this organ is that of luminous organ which poduces light indirectly.

Concluding the subject the author wisnes to this opportunity of expressing his sincere thanks to Prof. R. ISHIYAMA of the College for his kindness in giving valuable guidance and encouragment throughout the course of this study.

Summary

1) The luminous organ of this fish is situated just before the anus, forming a black scale-less depression, 1.8mm wide in fish 70mm in total length.

2) Around the sclae-less depression the luminous gland is laid down opening in the wall of the rectum throuth a duct.

3) This apparatus which belong to "OPEN TYPE" luminous organ, consists of such elements as black scale-less depression, luminous gland and lens.

4) A structure of an unknown nature starts from the scale-less depression and runs backward along each ventral side of the body. It is imposible to decide now wheather it is an element of the luminous organ or not.

References

BERTELSEN, E. & CRONTVED : 1954. The light organ of a Bathypelasic fish *Argyropecus olferse* (CUVIER) photographed by its own light. Vidensk. Medd. far Dansk caturh. Foren., Bd. **3**, 163—167.

HANEDA, Y. : 1940. On the Luminescence of the fishes belonging to family *Leiognathidae* of Tropical Pacific Palao Tropica Sta. Stud., **2** (1).

———— : 1950. Luminous organ of the fish which emit light indirrectly. Pac. Sci. **4** (3), 214—227.

———— : 1951. The luminescence of some deep-sea fish of families *Gadidae* & *Macrouridae*. Pac. Sci. **5** (4),327—387.

———— : 1952. Some luminous fishes of genera *Yarrella* & *Polpynus*. Ibid., **6** (4), 13—16.

———— : 1953. Observation on some marine luminous organisms of Hachijio Island, Jap. Rec. Oceanographic Works in Japan. **1** (1), 103—108.

HARVEY, E. N. : 1920 The production of light by the fishes *Photobleharon* & *Anomalops*. Dept. Mar. Biol. Carnegy Inst. Washington, **18**, 45—60.

———— : 1931. The luminescence of deep-sea shrimp. Zoologica, **7** (7).

——— : 1948. Deep sea photography. Sears Found. Jour. Mar. Res. 10—16.

HARVEY, E. N., R. S. ANDERSON, J. B. BUCK, A. M. CHASE, N. EYRING and H. JOHNSON. : 1948. Bioluminesce. Ann. N. Y. Acad. Sci. **90** (3), 327—482.

HARVEY, E. N. : 1940. On the luminescen organism. Amer. Scientist. **40** (3), 468—481.

HICKLING, C. F. : 1925. A new type of lumicescence in fishes. Mar. Biol. Assoc. United. King. **13** (4), 4—929.

KATO, K. : 1948. A new luminous species of the *Nemertea*, *Emplectonema Kandai* sp. nov. Jap. Jour. Zool. **8** (2), 1—2.

KISHITANI, T. : 1930. Studien uber die Leuchtsymbiose in *Physiculus japonicus* HILGENDORF, mit der Beilage der zwei Neuen Artm der Leuchtbakterien. Tohoku Imp. Univ. Sci. Rets, 4 Series Biol, **5** (4), 801—823.

KUWABARA, S. : 1954. Occurence of the luminous organ of the tongue of two scopelid fishes, *Neoscopelus macrolpidotus* & *N. microchir*. Jour. Shimonoseki Coll. of Fish. **3** (4).

MANGLOD, E. : 1907. Ueber das Leuchten der Tiefseefishe. Arch. Gesamm. Physiol. Pflugen, Bonn, **119** (12), 583—601.

OSHIMA, H. : 1901—1911. Some observations of the luminous organ of fish. Jap. Zool. Mag. 255, 10—1, 256, 191—200, 257, 233—245.

日本産発電魚類の研究

2) トビツカエイの発電器官の構造※

石山礼蔵・桑原誠之

The Electric Fish of Japan, 2.
The Electric Organ of *Breviraja tobitukai* (HIYAMA).

By
Reizo ISHIYAMA and Seishi KUWABARA.

Tne present paper embodies macro- and microscopical observations on the electric organ of *Breviraja tobitukai* which inhabits deep-seas off Aichi, Mie as far as Kochi Prefectures, including Kumanonada sea area. The method employed for the present study is the same as has already been described in the previous paper on the electric organ of *Raja pulchra*.

The electric organ of Japanese rajid fishes is characterized by having socalled "cup-formed element". In other words, this is peculiar to the organ of northern forms, to which the present species belongs.

The organ in question is situated in posterior one-third of comparatively long tail(Fig. 1, A), quite distinct from that of *Raja pulchra* which extends from base to tip of the tail.

Cross sections made througn the organ reveal much uneven configuration of the surface (Fig. 1, B), but when viewed *en face* the body assumes a spindle shape in general aspect (Fig. 1, A). Each organ is composed of about 3480 electric units as illustrated in Fig. 2.

The fine structure of the unit or element of the organ was found almost the same as that of European electric skates such as *Raja radiata* and *R. circularis*. Namely, it consists of six components (Fig. 4) ; nervous lamellae, striated tissue, nucleated and cortical layers and gelatinous substance, last two of which are permeated with blood capillaries.

Of these, nucleated layer was found to lie beneath an extremely thin layer which covers up the anterior wall of the cup.

The thin layer slightly turns in along its rim, and comes in contact with nerve endings, a feature which shows its being an electric plate. The nerve endings form nervous laminae before reaching the electric plate as is the case with the corresponding body of *R. pulchra* (Fig. 4, A).

Striations are evident in almost all parts of the cup. This also holds true with

※ 水産講習所研究業績 第140号.

posterior process of the cup, viz. stem. The process is usually long and assumes club-like shape (Fig. 4, B).

A thin membrans surrounds the cup. This is cortex layer, and slightly different from the sarcolemma of an ordinary muscle fibre, since it contains minute nuclei. Numerous blood capillaries are found closely attached to the outside of cortex layer. It may be mentioned that each cup lies embedded in the gelatinous substance, without any transverse septum or a membrane formed by connective tissue.

The existence of the nucleated and thin cortical layers coupled with some other structural characteristics supports the view that the electric organ of the present species stands intermediate between the corresponding ones of *R. radiata* and *R. circularis*.

緒　　言

前報[8]に於いてメガネカスベの発電器官の構造に就いて観察した結果を述べ，特にその組織学的構造が大西洋産の *Raja batis* のそれと非常によく一致して居ることを明らかにした。更に別の報告[7]で，日本近海産のガンギエイ科魚類はその尾部両側の組織中に必ず発電器官を持つていることを発見し，而も該器官の存在する部位並びにその電函構造によつて明らかな2型に分けられることを発表した。即ち，南方系とした種では発電器官は尾部の殆んど全長に亘る部分の両側に存在し，盤状の電函で構成されて居るが，之に反して北方系では尾部の後方の部分に在つて，而もその電函は杯状である。EWALT[1~4]の研究によつて既に明らかにされて居る様に，欧州産の本科魚類に於いても上述の日本近海産のものゝ持つている発電器官と殆んど同様な2型が認められ，この器官に関する多くの研究が既に発表されて居るのに対して，日本近海産の種の該器官に就いての研究は筆者等の前報を除いては全くないのでこゝに引続いて形態学的研究の結果を記述する。

トビッカエイは北方系の種の中でも最も南方に分布し，現在までに判明して居るところでは熊野灘[5,6]と高知沖[9]の深海から採られたに過ぎない。本種の発電器官は後述する様に他の種に比較して著しく小さく，更に構造上興味深い点が多いばかりでなく，外部形態的な特徴にも注意す可き事実を認めたので，先づ本種の発電器官の構造を観察し，次いで欧州産の種の該器官との比較を試みた結果に若干の考察を加へた。

本研究に使用した材料はすべて熊野灘の深海（深さ約300m,）で獲られ，三谷町市場に揚げられた全長470mm前後の成魚から得た。

研究の方法はすべて前報に準じて行い，先づ解剖結果の肉眼的観察を行ひ，次いで細微構造を観察したが，特に電函に於ける神経終末部の精査をする為に新鮮な固定標本の凍結切片を作り Bielschowsky の鍍銀を行つて観察した。

材料の採集に際し愛知県水産試験場の諸氏並びに三谷町の小田三喜次氏から非常に親切な御配慮をいただいたことに対し深く御礼を申し上げる。

結　　果

発電器官の肉眼的観察：発電組織は尾部両側の側筋の部分に存在し，その前端は尾部全長の

中央部に遙かに達しないで著しく尾部の後方に偏して居る。即ち，479mm の雄成魚に於ける該器官長は 95mm であつた。更に注意す可きは，第一背鰭起点より前方にある該組織の長さはそれより後方にある部分よりも短いことである。斯の如く本種の発電器官は比較的小さく，而も尾部に於ける分布範囲が後方に限られている状態は，北方系の他の種の持つている該器官との比較に於いて，その発達程度が非常に低いことが推察出来る[7]。

発電器官の背面概形は略々紡錘形であるが，詳細に観察すると後述する様に，背腹側筋，脊椎骨及び皮膚組織等に囲繞されて居る為に各部分で非常に複雑な形状に変化をして居る。発電組織は著しく柔軟で粘液質に富むが，その程度はメガネカスベに於ける程ではなく，更にシビレエイの発電組織には遙かに及ばない。

尾部の数ヶ所に於いて横切し，発電器官の複雑な外形を観察すると，該器官の前端はその部分の最内層に相当する側筋の中央に位置し，その外側に3個の筋肉錘の重層が認められる(Fig. 1, B; 1)。後方に移るに従い筋肉錘は電函錘に変換し，発電組織の最も肥大して見える第一背鰭前方の部分に於いては側筋錘はすべて電函錘になり4重層となつて居る。そして発電組織は背腹両側に挟まれて内方に向つて居る部分は鋭角状になり，その内側先端は脊椎骨に接して居る(Fig. 1, B; 3－4)。更に第一背鰭よりも後方に於いては他の軟組織に比較して発電組織の占める部分が多くなり，内方への突出した部分は肥厚する為に該組織横断面は略々5角形になり，広い部分で脊椎骨に接して居る(Fig. 1, B; 6)。後端部に於いては之等の軟組織はすべて著しく縮小するが，側筋の部分はすべて発電組織に変換して居ることが認められる(Fig. 1, B; 7)。

尾部に於ける筋肉，発電の両組織が以上記述した様に，前後の部分でそれ等の発達程度が逆転する事実はメガネカスベに於いても観察され，恐らく本科魚類の発電器官に見られる共通な現象かと思われる。

本種の発電器官を構成する電函は肉眼で漸く判別出来る位の大きさで，その拡大した部分の平均径は約 350μ であつた。該器官内に於ける電函の配列状態はメガネカスベの場合と略々同様で，筋肉繊維

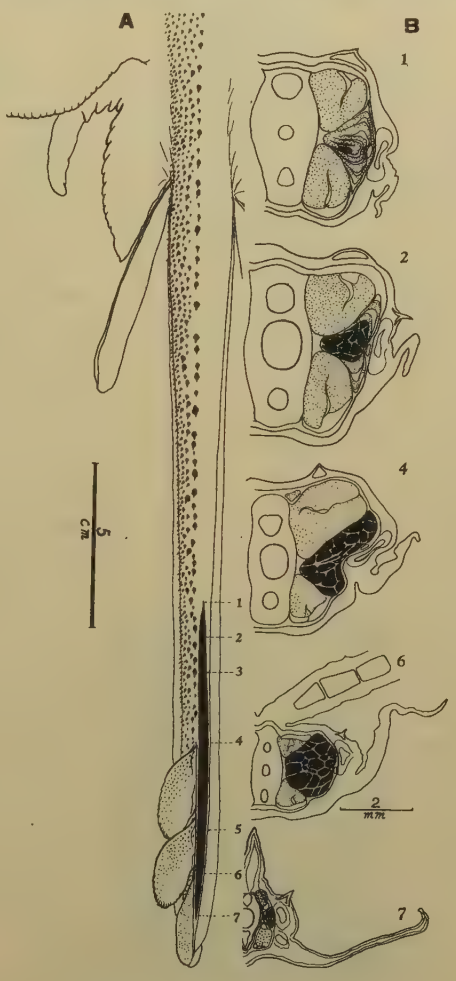


Fig. 1. Sketches showing the electric organ of *Breviraja tobitukai* (Hiyama). Black in A, dorsal aspect, and also B, transverse sections at 1, 3, 4, 5, and 7, where correspond with those positions respectively asigned in A.

から変換した電函が略々1縦列に並び1個の錘を形成して居る（Fig. 3, A）。各1個の発電器官内の電函の分布状態を前報と同様にして，該器官内の5ヶ所に於いて縦横断切片を作り，各断面に現はれた電函の平均数を求め，作図して示すと Fig. 2 の如くである。即ち，電函は

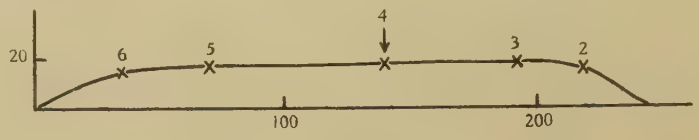


Fig. 2. Curve showing the pressumptive distribution of the electric elements in an organ of *B. tobitukai*. Average number of the elements in cross sections in five positions (vertical axis); the number in a series through an organ (horizontal axis); so that, the area enclosed by the curve represents the magnitude of assumptive number of the elements involved in an organ. Numbers on the curve correspond with those asigned in Fig. 1, A, B, and the arrow denotes the origin of 1st dorsal fin.

該器官の主部に於いて均一に含まれ，両端附近で急激に減じて居る。次いでこの図から求めて電函総数は3480個で，第一背鰭起点を境とした前後部での電函数の比は0.65：1となり，前方部では遙かに少数の電函を含んで居たと言える。以上の事実は本種の発電器官が小さく，而も第一背鰭起点よりも後方に該器官の重心があることをよく示して居る。

微細構造：発電組織を体軸に並行に薄切すると，杯状をした電函が筋肉膜と相同の繊維性結締組織で隔離された間隙に略々1列に並んで居る（Fig. 3, A）。各1個の電函の前後には明瞭な隔壁はなく，膠液様基質で満されて居る。電函は前方に拡大した部分があり，後方の中央部には1個の細長い突起が在つて，電函全体は幾分傾斜している。前方拡大部の前縁は中心に向つて少し陥入し，この部分に多くの神経末端部が接続して居る。その他の電函周囲の部分には多数の毛細毛管が分布して，神経と血管の分布している部分が明確に分れて居ることはメガネカスベその他の発電魚類でみられる構造と一致して居る（Fig. 3, B）。各電函を更に詳細に観察すると次に述べる4部分で1個の電函は構成されて居る。

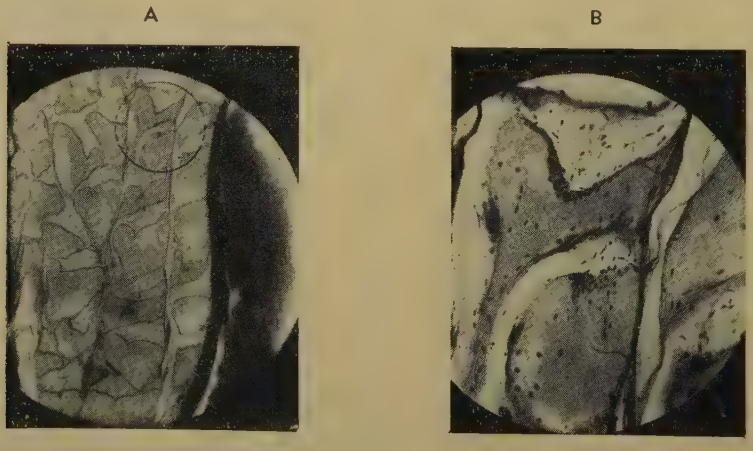


Fig. 3. Photographs of the longitudinal sections of the electric organ through part of the tail of *B. tobitukai*, showing the arrangment of the cups under low magnification in A, (×75), in which a cup encircled under considerable high magnification in B, (×340).

電板（Electric plate）：電函の前方陥入部は原形質に富み核を持つている薄い層で覆はれて居る。縦に走る隔壁に沿つて導かれた神経の末端は電函前縁の薄層に接近するとその被鞘装置を失つて分枝した後，電函の内部に侵入して，更に数回分枝を繰返して，筋核或はシュワン核類似の核の有る神経終末部を形成して居る。即ち，上記の構造を持つている電函前縁の薄層とこの部分に分布している多くの神経終末叢を合したものが電板に相当して居る　(Fig. 4, A ; ep)。

横紋組織（Striated tissue）：電函の主部は明かな横紋を有し，各横紋の配列状態は通常横紋筋繊維に見られるものと非常によく似て居り，略々直走する明暗の互層として認められる。

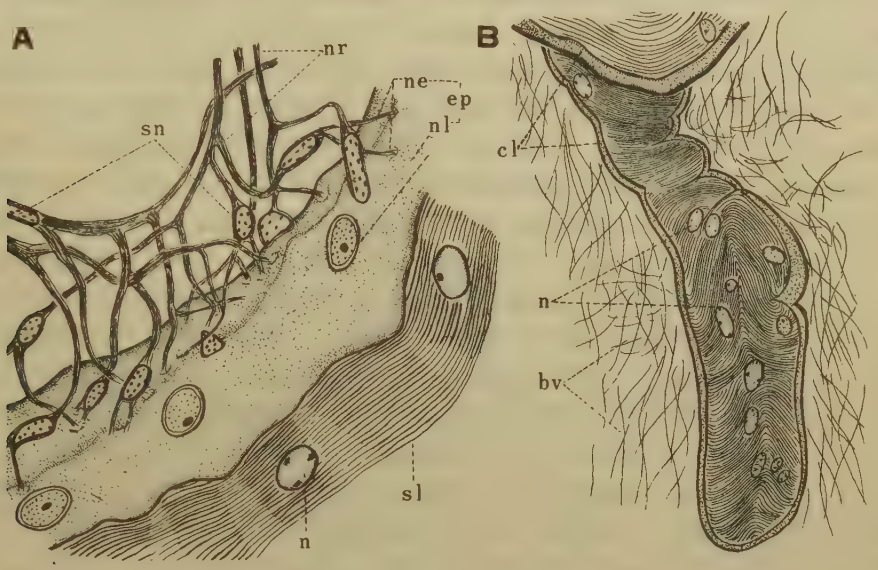


Fig. 4. Sketches of the longitudinal sections through tow parts on a cup of *B. tobitukai*, showing fine structure of the electric plate of the cup in A, (×1350) and also the posterior portion in B. (×750). bv, blood capillaries; cl, cortical layer; ep, electric plate; n, nucleus; ne, nerve endnig; nl, nucleated layer; nr, nervous raminae; sl, striated layer; sn, Schwann's nucleus.

組織全体に楕円形の小核（長径約4.5μ）が散在して居るが，特に周辺部には多く分布して居る（Fig. 4 ,A, sl)。

外皮層（Cortical layer）：前記の電板の部分を除く部分の外縁には無構造に見える薄い膜状物があつて電函を包んでいる。この薄膜が外皮層で，筋鞘に相同のものと思われ微小な核（径約3μ）が散在して居る（Fig. 4, A; Cl)。

軸様突起（Stem）：電函の後部は斜後方に延長して細長い棍棒状となり，その後端は縦走する隔壁に殆んど接して居る。この軸様突起は電函の後端中央から出て居て電函の主部との間に何等の間壁もないがその横紋の配列状態が幾分複雑となつて居る（Fig. 4, B)。

考　　察

本種の発電器官は EWALT[2,3] が嘗て大西洋産の *Raja radiata* 及び *R. circularis* の該器官に於いて発見したと同様な杯状の電函で構成されて居り，尾部に存在する位置並びにその微細構造等の点に於いて多くの類似点が認められる。即ち，肉眼的には3者の発電器官はいづれも尾部の後方に在つて南方系に見られる様に尾部のずつと前方にまで達して居ない。一方，

その微細構造に就いて比較すると，本種と *circularis* では電函前縁に明らかな核層のある電板が認められるのに対し，*radiata* では未だその様な構造上の分化が見られず，核層の発達までに至つて居ない（EWALT 1888, p. 540)。然るに外皮層は，本種と *radiata* では非常に薄いのに対して，*circularis* では著しく肥厚して，電函の主部を覆つて居ることは大きな相違である。更に，横紋の配裂状態では，*radiata* に於いては本種と同様に並行的に走る単調な線として観察され，通常筋繊維の横紋に近似して居るが，*circularis* では甚だしく彎曲して，複雑になつて居る（EWALT, 1888)。又，電函の後部にある軸様突起に就いて比較すると，本種では *radiata* のよりも明らかに細いが *circularis* に於けるよりも長大である。既にEWALTの詳細な研究で明らかな様に，軸機突起は元来筋繊維として発生したものがその発生の途中に於いて電函に変換した際に筋繊維の後端部が前方部の様に拡大しないで比較的原形に近い形態で残つて居るものであると考へられる故に，該突起が大きく明瞭に残存する電函程，筋繊維からの変換が不完全に近いと言へる。従つて該突起の退化の程度の最も著しい *radiata* はこの性質に関する限り三種の中，最も原始的であり，次いで本種から *circularis* の順に分化の程度が高いと考へられる。電函前縁に於ける陥入程度の比較に於いても軸機突起の退化に於ける上述の順序と略々同様な関係が3種間に認められる。然し乍ら，EWALT（1888, p. 411）もこの性質に就いて既に指摘して居る様に，電函の形態には部分的な変異が著しく，その標準的形態を決定することは困難であるが，Fig. 3，Bに示した電函を本種に於ける標準形態と考えるならば，その前縁陥入の度は之等3種間に於いて略々中間に相当すると思はれる。

以上述べた3種間に於ける比較の結果を総括すると，本種の発電器官の電函構造は *radiata* よりも一層進んだ状態にあるが，*circularis* に比較するとその分化の程度が低い様に思われる。従つて本種の発電器官はその微細構造から判断すると上記の大西洋産2種の丁度中間に相当する発達程度にあると言えるが，各種の魚体の大きさに対する発電器官の大きさの比較を試みると，本種では全長 475mmの成魚に於いて該器官の肉眼的長さは 95mm，長径 2.7mm，*radiata* では480mm，の成魚で夫々130mm及び 2 mm（EWALT, 1888, p. 539)，*circularis* の680mm未成魚で210mm及び 5 mm (p. 410) で，本種の発電器官の長さは全長に対して他の2者のよりも非常に短かいことが注目される。発電組織は前掲の様に著しく複雑な形状を有する故に，その長さ丈けを以て一概に以較することは無理かも知れぬが，長さの比に於いてこの様な大きな相違のあることは見逃し難い事実である。更にEWALTの記載によると，上記大西洋産2種に於ける発電組織はその主部の内側，脊椎骨との間に明らかに背腹側筋が介在し，該組織が直接に脊椎骨に接して居ないが，本種では組織の内側中央部が突出して背腹筋の間に深く入り込み，脊椎骨との間に筋肉組織の介在を見ない。電函構造に於ける前述の様な著しい類似性が認められるのに反し，発電器官の尾部組織中に於ける規模にこの様に可なり著しい相違が認められる事実に就いては今後もつと別の方向から比較考察す可きかと思われる。

太西洋産の*R. fullonica* の電函の様な盤状と杯状の中間型は現在日本近海産の種では未だ発見されて居ないが，既に述べた2型の発電器官は大西洋と太平洋の両水域のものが共同の祖先型から発出して現在の形態になるに至つたと考えることには略々疑のないことであろう。そして，恐らく盤状型は温暖水域に，杯状型は冷水域に於いて夫々多くの種的分化を生ずるに至つたと思はれ，之等2型の中，いづれが発電器官として高位の発達段階にあるかに就いては，両型の発電機構或は起電力等の研究等が両者の優劣の決定に有力な根拠を与へると思ふ。

摘　　要

1．トビツカエイは本州中部の太平洋岸側の深海に棲息し，その尾部の両端に小さい発電器官を有する。

2．発電器官は尾部の中央より後方に偏して存在し，背腹側筋に挟まれ，側筋の一部が変換することによつて生じたものである。

3．発電器官の背面概形は略々紡錘形であるが，尾部の横断切片に示す如く各部分で外形は著しく変化して居る。

4．発電器官は径約350μの杯状の電函で構成され，中央の最も肥大した部分では4重層になつた錘で出来て居り，前後両端に近づく程発電錘は少くなる。

5．尾部の片側の1器官内に含まれる電函数は約3480個で，第一背起部より後方の部分に全体の約60%があるが，器官の主部では単位長さの組織内には略々一様に分布して居る。

6．電函は前後に略々1列に並んで居るが，その前後の間に隔壁はなく，各列の間には明らかな隔壁がある。

7．1個の電函は微細構造上，電板・横紋組織・外皮層・軸様突起の4部分に区別せられ，電函前縁の陥入部には神経終末が，外部周縁には毛細毛管が接して居る。

8．本種の発電器官は本邦近海産の同型に属する他の種に比較すると著しく小さく，その電函構造から判断すると大西洋産の *R. radiata* と *circularis* の中間程度の発達をして居る。

9．之等3種の有する様な発電器官は恐らく共同の祖先から分化し，寒冷水域で発達して来たに違いない。

10．盤状型と杯状型のいづれが発電器官として発達した段階にあるかは未だ決定し難い。

参 考 文 献

1) EWART, J. C.: 1888. The electric organ of the skate. On the development of the electric organ of *Raja batis*. Phill. Trans. Roy. Soc. London, 179B, 399—409.

2) ———: ……. On the electric organ of *Raja circularis*. Ibid, 410—416.

3) ———: ……. On the electric organ of Raja radiata. Ibid, 539—622.

4) ———: 1892. Observation of the structure, relations, progressive development, and growth, of the electric organ of the skate. Ibid, 183B, 378—420.

5) HIYAMA, Y.: 1940. Descriptions of Two New Species of Fish, *Raja tobitukai* and *Chlorophthalmus acutifrons*. Jour. Zool. **9** (1), 169—170.

6) ISHIYAMA, R.: 1952. Studies on the Ray and Skates Belonging to the Family *Rajidae*, Found in Japan and Adjacent Regions. 4) A Revision of Three Genera of Japamese Rajids, with Descriptions of One New Genus and Four Species Mostly occurred in Northern Japan. Jour. Shimonoseki Coll. Fish. **2** (1), 1—9.

7) ———: 1955. ———5) Electric Organ supposed as an Armature. Mem. 60th Jubil Prof. Y. OKADA, (in Press).

8) 石山礼藏・桑原誠之：1954. 日本産発電魚類の研究1．メガネカスベ *Raja pulchra* LIU の発電器官の構造，農水講研報，**1** (3), 61—68.

9) KAMOHARA. T.: 1952: Revised Descriptions of the Off-shore Bottom-Fishes of Prov. Tosa, Shikoku, Japan Rept., Kochi Univ. Nat. Sci. (3), 10.

A New Sting Ray, *Dasyatis atratus* (Dasyatidae, Pisces), from the Subtropical Pacific※

By

Reizo ISHIYAMA and Keisuke OKADA

On March 20th, 1951, a rare sting ray was rendered to the senior author from a tuna fisherman (now missing) at the fishmarket at Miya, Aichi Prefecture through the kindness of Mr. M. Oda of the market. Recently, anotner specimen, which is most likely identical with the former one, was sent to us from Mr. T. Iwai. Both these rays were occasionally hooked on tuna longline operated in the subtropical seas, and gave a great interest to us from their striking appearance, and were thought to be new to science.

The new sting ray herein described may be distinguished from any other relatives by its peculiar coloration, somewhat suggestive of a bathypelagic form, and other diagnostic features.

The occurrence of this species, whose group is commonly known from the shallow waters, in tne pelagic seas may lead ichthyologist to hold a new opinion on the geographical distribution of *Dasyatis* group.

We return hereby sincere thanks to Mr. M. Oda, and to Mr. T. Iwai of the Department of Fisheries, Kyoto University, for kindness in putting the materials at our disposal, and also to Mr. A. Ochiai of the same University for assistance in taking a copy of literature.

Dasyatis atratus, n. sp.

New Japanese Name : Karasu-jei*

HOLOTYPE. ··· Matured male, from north of the Malianas Is's, Mar. 1951, preserved in our College, measuring 1008 mm in total length.

ALLOTYPE. ··· Matured female, from 20 nautical miles south off Owase, Mie Prefecture, Coll. Mr. T. Iwai, Nov. 3, 1954, preserved in the Fish. Dept., Kyoto Univ. No. 24671, measuring 1071 mm in total length.

Description. ··· The measurments below were given on the formalin specimens, of which the holotype has passed about 4 years after deposited, but we have taken good care of its preservation.

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 141.

* This common name was distinguished from "aka-jei" (*D. akajei*), which is a predominant species within the group in our coastal waters, but Japanese name commonly used for this species by our tuna fishermen is "kuro-jei".

Diagnostic features common to botn holotype and allotype : Disc quadrangular, its width much greater than long ; snout very snort, witn small projection in its center, from thence anterior contour of disc retrogressively stretched bilaterally; latero-posterior contour of disc nearly straight from lateral angle to broadly rounded posterior angle; cranial and visceral portions surprisingly elevated, so that the depth very high as compared with rather thin pectoral fins; interorbital space broad and ratner flat, which is 1.47 times into snout in both types; eyes rather large, but not so large as spiracles and interorbital space; nostrils large, separated by a narrow ridge in front of mouth; nasal valves with a small free edge projecting as a short dermal flap; upper lip or velum fringed, with a notch in its middle portion, inside the periphery of the velum a cutaneous curtain hangs with fringes on its whole margin; oral papillae 8 or more, teeth of both jaws large and more or less pointed but not so smooth as paved street, and are discriminated between sexes as described later on; many cutaneous tubercles developed all over the buccal surface, where a low elevation located at the centers of both jaws. Tail long, delicate, tapered posteriorly, suddenly slendered at the insertion of sting, where, on opposite side of tail, rises a distinct, but low (2 mm in highest portion) dermal fin fold, which extends to just below tip of sting. The sting long and stout, its length equal to distance from origin of sting to emargence of root of tail from ventral fins on dorsal surface; body almost naked in main portion of disc exclusive of small areas with spinations on dorsal boader, being contradistinguished between sexes.

Sexual dimorphism : In size, the male smaller than the female, assuming that these specimens are of normal sizes as adults in two sexes. In male, distinct, but small oral papillae 8 in main portion of the lower jaw, and followed by obscure ones on both extremities of the floor, instead of large thickened ones 6 in the half portion of the floor undamaged, in female. Teeth on oblique rows of upper jaw 19, of lower ones 21 in male, instead of 20 on upper jaw in female, in which the teeth, cuspidated, shorter and more pointed than in male. Spinations in male rather poorer than in female, about 50 large spines with quadrangular base run on vertebral series from center between lateral angles of disc to near the origin of sting, being gradually reduced posteriorly in male, but such distinct ones absent in female, being scattered many enlarged spines with stellate basal plate, setting irregularly on mid belt; very small spinulae sparsely covered on those areas in front of eyes, less closely behind nuchal, and somewhat denser from dorsal border of base of tail to the portion beneath the tip of sting in male. On the contrary, in female, sparsely armed with spinulae in front of eyes together with interorbital space and latero-posterior inner region of spiracles (which are naked male), and also the portion from nuchal to basal region of tail densely armed with asperities which are furnished with stellate base. Length of tail measured respectively from center of cloaca and from origin of sting to distal end of tail comparatively longer

in male than in female, but this relation is reversal within two sexes in the distance between mouth and center of cloaca. Both longer diameters of eye-ball and spiracle larger in male than in female in relation to head. Clasper of the male tightly rolled. A conspicuous knob developing on the tail of male behind tip of sting seems to be of accidental origin. (c. f. fig. 1)

Color : In formalin specimens strongly blackish purple or dark chocolate plum with neither any pailer nor darker blotch or spot on whole surface of body, but somewhat fainter in the ground color on ventral side; faint grayish purple on buccal surface. These colorations rather pailar in the allotype than in the holotype.

Ecology : The two specimens were collected individually from far separated waters at least more than 1000 meters in depth, and the depths at which subsequently the longlines may have been set were about 100 meters or more below the surface, so that the fish may be thought as a pelagic or bathypelagic habitant. Besides, the wide temperature difference between the two localities may be said extraodinary among those relatives included in the genus, which are generally taken from the bottom of the coastal waters. In fact, the great uniformity in its coloration, especially recognized so on the ventral as well as on buccal surfaces most probably indicates that the species is largely, if not wholly, confined to bathypelagic in the subtropical to tropical areas. It is, however, of some interest to note particulars of their capture, especially that it was hooked on tuna longline opperated in mid layer of water. In having delicate, slender, elongated and pointed tail and having rather thin pectoral fins accompanied by extremely thickened head likewise characteristic features of those found in the cow-nosed ray, there may be little room for doubt, as stated above, that the new species is bathypelagic or bathybentic. Hence, it is supposed that the fish might have been hooked when she migrated up to catch her prey at night.

The probable abundance of this fish in the said waters does not mean forming a compact shoal because only several fishes were captured by means of the line at a tuna fishing.

Remarks : In the genus *Dasyatis*, important specific characters consist of number, and outline of the cutaneous processes in the floor of the mouth, and in membranous fin fold developing on the tail.

Although these characters are usually valuable for distinguishing allied species, they are not always absolutely invariable in any one species. A more exact method may be found for systematics of this group of fishes; evidently those measurements denoted above are not idealistic but of practical use in view of the present state of study on this group of fishes.

The new species having singular coloration on its whole body, characteristic of deep-sea fishes, and having numerous cutanous oral papillae, filamentous long tail with a low fin fold, developing only on ventral surface of tail, a character which is

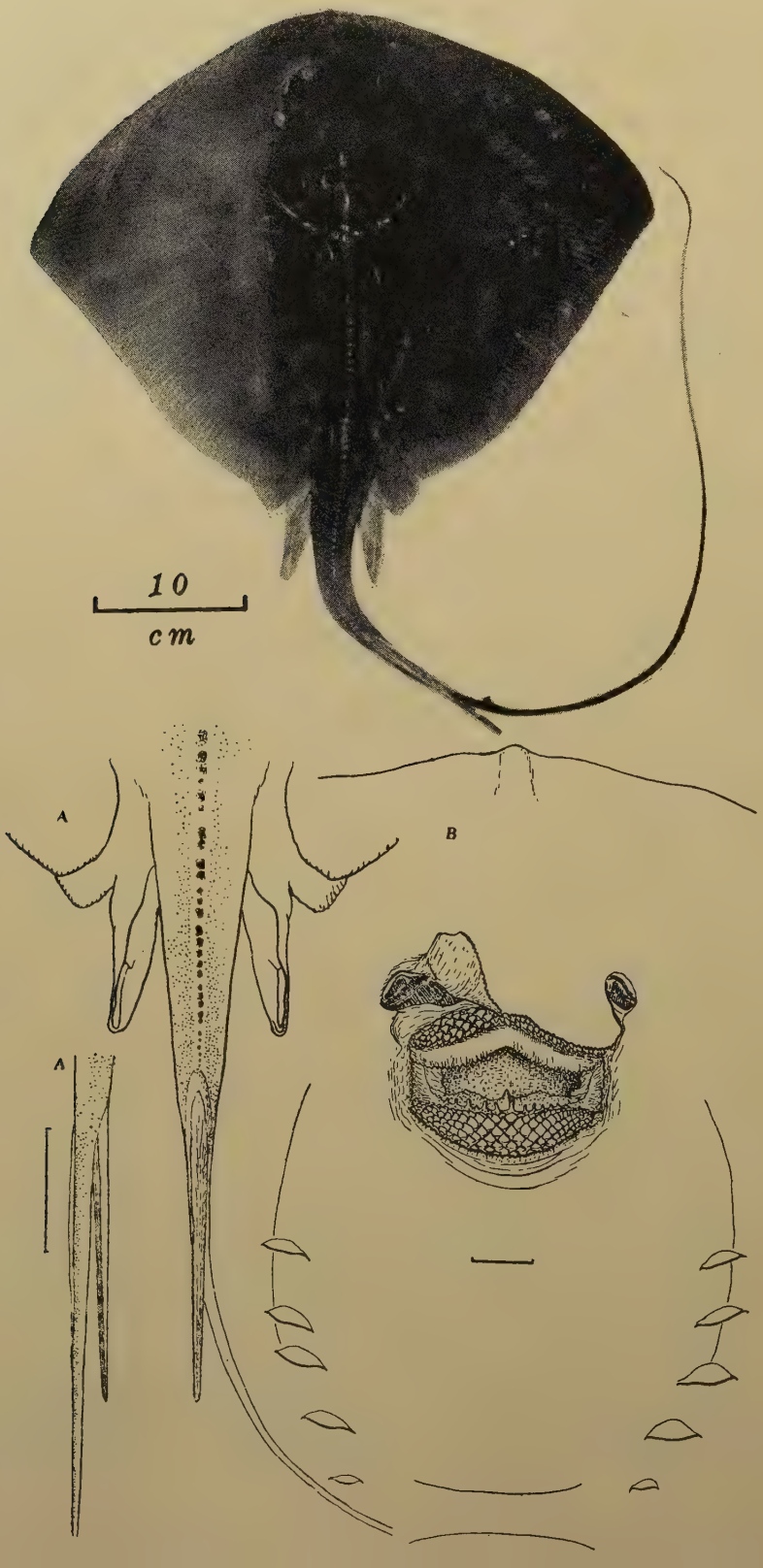

10
cm
A
B
A

Table 1. Proportional measurements in both holotype and allotype of *Dasyatis atratus*, and relative ratios of bodily parts to disc width (D. W.) or head length (H. L.).

Items	Measurement (mm)		Ratio into D. W.	
	Holotype	Allotype	Holotype	Allotype
Total length	1008	1071	0.42	0.51
Disc width	427	552		
Disc length, to posterior ends of pectoral fins	322	552	1.32	1.00
Disc length, to posterior ends of ventral fins	343	449	1.24	1.22
Head length, to 5th gill slits	148	186	2.88	2.96
Distance between 5th gill slits and center of cloaca	140	200	3.05	2.76
Distance between the centers of mouth and cloaca	220	294	1.94	1.87
Distance between center of cloaca and origin of sting	130	171	3.28	3.22
Tail length, from center of cloaca to tip of tail	720	695	0.59	0.79
Distance between origin of sting and tip of tail	590	524	0.72	1.05
			Ratio into H. L.	
Highest depth, at the center between branchial chambers	58	57	2.55	2.48
Snout length, real distance between center of anterior margins of orbits and tip of snout	54	65	2.74	2.86
Preoral length, from center of upper jaw	65	84	2.25	2.21
Width of mouth	40	53	3.70	3.50
Interorbital space	37	46	4.00	4.07
Eye-diameter, longer axis of eye-ball	27	32	5.48	5.81
Spiracle-diameter, longer axis of the opening	22	26	6.72	7.15
Length of sting	125	157	1.18	1.18
Length of clasper, from center of cloaca to tip of clasper	110		1.34	

← Fig. 1. Upper : Holotype of *Dasyatis atratus*, n. sp.
Fig. 2. Lower : Dorsal view of posterior portion of the body in A, and side view in A′. Ventral view of the head in B. Especially showing spination and dermal fold in A and A′, respectively, and large cuspidal teeth and numerous dermal papillae on the floor of lower jaw also on buccal surface in B. Accompanying scales denote 5 cm.

rather unique in the genus.

The new species somewhat resembles *D. agulhensis* recorded from South Africa or *D. brevicaudatus* from Australia and New Zealand, which was synonymized with the former by Smith (1950). But, in either case, *D. atratus* may be readily distinguished at least in the following points : 1) uniform dark chocolate plum or related color on both sides in this new species (purplish or grayish brown above, white below in the two relatives), 2) snout very short, 2 times as long as rather large eye (eye small 8.6 in snout), and 3) dorsal surface of disc armed with spines or spinelike asperities from nuchal to base of sting (smooth or with 4 compressed acutes on middle of back).

References cited

ANNANDLE, N. : 1909. Report on the Fishes taken by the Bengal Fisheries Steamer "Golden Crown". Part 1. Batoidei. Mem. Indian Mus. Vol. II, 1—41.

BARNARD, M. A. : 1925. A Monograph of Marine Fishes of South Africa. Ann., South African Mus. Vol. XXI, Part 1, 79.

FOWLER, H. W. : 1941. Contributions to the Biology of the Philippine Archipelago and adjacent Regions. The Fishes of Groups Elasmobranchii, Holocephli, Isospondyli, and Ostarophysi obtained by the United States Bureau of Fisheries Steamer "Albatross" in 1907 to 1910, chiefly in the Philippine Isl's and adjacent Seas. U. S. Nat. Mus. Bull. 100, Vol. XIII, 369—437.

GARMAN, S. : 1913. The Plagiostomia (sharks, skates and rays). Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard Coll. Vol. XXXIII, 373—398.

GÜNTHER, A. : 1870. Catalogue of Fishes in British Museum. Vol. VIII, 471—484.

JORDAN, D. S. and H. W. FOWLER, : 1903. A Review of Elasmobranchiate Fishes of Japan. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. XXVI (1324), 642—666.

JORDAN, D. S., S. TANAKA and T. O. SNYDER, : 1913. A Catalogue of the Fishes of Japan. Tokyo Imp. Univ., Coll. Sci., Jour. Vol. XXXIII (1), 28—30.

MCCULLOCH, A. R. : 1929. The Fishes and Fish-like Animals of New South Wales. Royal Zool. Soc. N. S. W. 9—11. 3rd Ed.

SCHULTZ, L. P. *et al.* : 1953. Fishes of Marshall and Marianas Islands. Vol. I. Families from Asymmetrontidae through Siganidae, 18—20.

SMITH, J. L. B. : 1950. The Sea Fishes of Southern Africa, 69—71, 2nd Ed. Cape Town.

Some Properties of Achetylcholinesterase in the Electric Organ of the Skate Fish

By

Seishi KUWABARA

Cholinesterase (ChE) and its substrate Acetylcholine (Ach) hold an important position in the physiology of the nervous system. They are essential to the metabolism of all nerve cells and in addition, the ChE system is said to be an integral of mechanism responsible for the development and propagation action potential. From the results obatained in the analysis of the physical event by means of the cathode ray ocillograph, it was evident that the discharge of the electric organ of the fish is essentially similar to that recorded for action current of muscle and nervous system. Futhermore the electric organ of the fish which is basically identical with muscle system phylogenetically has lost the function of the contracted protein as Acto-Myosin-ATP system, changing to so-called "electric organ" which discharge the strong end-plate potential.

Such as is the case, if the electric organ functionally has the same rôle of the synapses and neuromuscle-junction, there should exist a high concentration of ChE, an esterase specific for Ach which colsely paralleles the electric change occurring everywhere at or near the neuronalsurface.

An attempt is made in this paper to recognize these possibilities, and a further object of the work is to study some properties, of Achetylcholinesterase (AchE) existing in the electric organ of the fish, common skate in Japan.

Material and Method

At first, the fresh electric organ cut from the tail of this fish as soon as possible at low temperature (5°c), was washed and soaked in Kreb's Ringer Bicabonate (KRB). Then one of the samples was used as a slice piece of the electric tissue and cut about 0.2mm thick with a slicer, the other was used as homogenate, 0.5mg of the tissue-piece in wet weight being grinded with homogenizer for 3 minutes at a rate of 1000 RPM, and diluted with KRB at the various concentration.

1) Use of Warburg manometric apparatus : The AchE activity was measured by the Warburg manometric method described by AUGUSTINSSON (1945). The method is based on the manometric estimation of volume of CO_2 evolved from a bicarbonate containing system by the acid formed in the ester hydrolysis. The hydrolysis was carried out in a gas mixture of 95% N_2 and 5% CO_2 by volume. $CaCO_3$ is formed if the solution is not in

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 142.

equilibrium with at least 5% CO_2 when the optimum conditions are changed and the evolution of CO_2 is disturbed.

2) Hesterin's Hydroxylamic method : Certain quantity of Ach added into the homogenate of the electric tissue and after certain times, colorimetried on the quantity of Ach remained after Hesterin's hydroxylamic method. Namely, taking 1.6ml of the homogenate with 0.2ml of 0.1 M Ach (KRB), 3.5 N NaOH and 2M HN_2OH respectively, as the resulting in produceing the hydroxylamic acid. More adding to it : 0.1ml of HCl diluting with 0.007M $FeCl_2$ are added to it. Filterating it with the TOYO filter papers (No. 7) doubly, the clear filternate was colorimetried by photometer with the filter of green 520 and 1 ml of the Photometric cell

Resluts

Activity of AchE in the electric organ : As given in table 1, the activity of AchE is about twenty times as higher as that of brain and spinal cord of the fish. At Qach* in the electric organ, there is no difference between slice and

Table 1. Activity of Ache in the electric organ of common skate.
wet=wet weight in mg. Dry=dry weight in mg Q ach=$Co_2\mu l$/mg/hr

Sample	Wet	Dry	$CO_2\mu l$/hr	Qach (Wet)	Qach (Dry)
Slice	93	4.3	813.0	63.7	137.8
〃	46	2.3	421.5	66.4	133.5
〃	21	1.7	232.8	81.2	99.7
Homoginate	50	—	436.0	63.5	—
〃	50	—	454.0	66.1	—

homogenate. As he activity are mostly transmitted to surpernatant in a centrifuge of the homogenate at a rate of 3000 RPM, therefore it seems to be possible that AchE may perhaps adhere to the solution in the centrifugal tube as was estimated by the enzyme solution.

Extract of Enzyme solution : Table 2 gives the results in which CO_2 put out in both 5% homogenate of the tissue and the supernatant of it.
The ratio of both activity of these samples is follows :

Table 2. Extraction of the enzyme preparation.
Homog.=5% homogenate of the electric tissue of the common skate.
Super.=Supernatant of 5% homogenate of the tissue centrifiguted at a rate of 3000 RPM for ten minutes.

Sample	Wet weight (mg)	$CO_2\mu l$/30 min.	$CO_2\mu l$/mg/hr
Homg.	50	237	8.90
Super.	40	145	7.23

* Qach is expressed as the volume of CO_2 in μ evolved in 60 min., by 1mg. dry substance or sometimes as the quantity of Ach in μ mol hydrolysed during as same time period (Qach).

$$\frac{CO_2\mu l/mg/hr \quad (supernatant)}{CO_2\mu l/mg/hr\,(5\%\ homogenate)} = 81.2\%$$

Therefore the supernatant which was obtained by centrifiguting 5% homoginate of the tissue for 10 minites at a rate of 3000 RPM extract the AchE more than 80%.

Relation between AchE concentration and its activity : As shown in

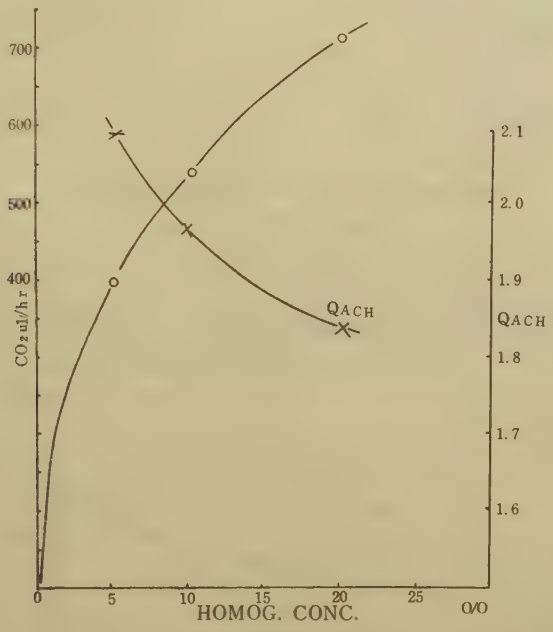


Fig. 1. Rate of enzymic hydrolysis of Ach by a AchE preparation from the electric organ of the common skate. QAch=Ach mg/hr hydrolyzd by AchE.

Fig. 1 the relation between concentration of the tissue homogenate and its esteratic activity is rightly demonstrated with the accurate correspondence. Curves in the figure show that the more the enzyme concentration is the lower its activity contrary. Therefore an amount of Ach equivalent splitted by the tissue homogenate decrease according to its concentration. This phenomenon leads to the assumption that the stocks of CO_2 and cohesion of molecule inhibts the esteratic hydrolysis of cholinester.

AchE activity as function of the substrate concentration : As showing in Fig. 2 optimum concentration of the substrate is pS 2.4 (0.0045 M Ach) which is only a little higher that (0.0023M Ach) of specific type ChE in other animal tissue. In order to comperied with other type cholinestrase, the enzyme of house serum was examined. The resuts obtained in Fig. 3. In this type enzyme, unspecific ChE, the higher the substrate concentration is the more the activity increase, showing S-curve.

Optimum pH activity curve is as showin in Fig. 3 is about 8.

Comparsion of activity of AchE obtained by both method : In order to compare with an amount of Ach which hydrolyzed per hour by Warburg manometric

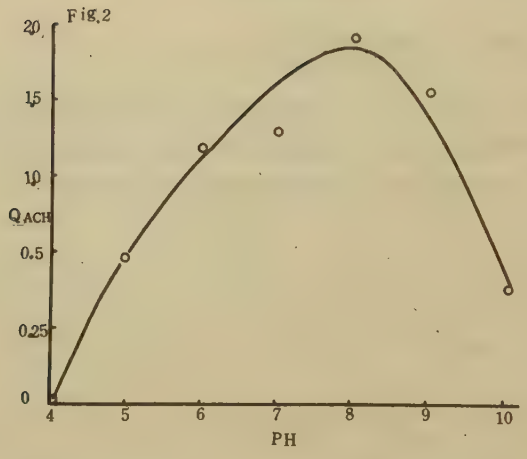


Fig. 2 Activity-pH curves from the enzymic hydrolysis of Ach by a AchE preparation from the electric organ of common skate.
Last concentration of the substrate is 0.01M Ach at a degree of 37°C. (Colorimetry).

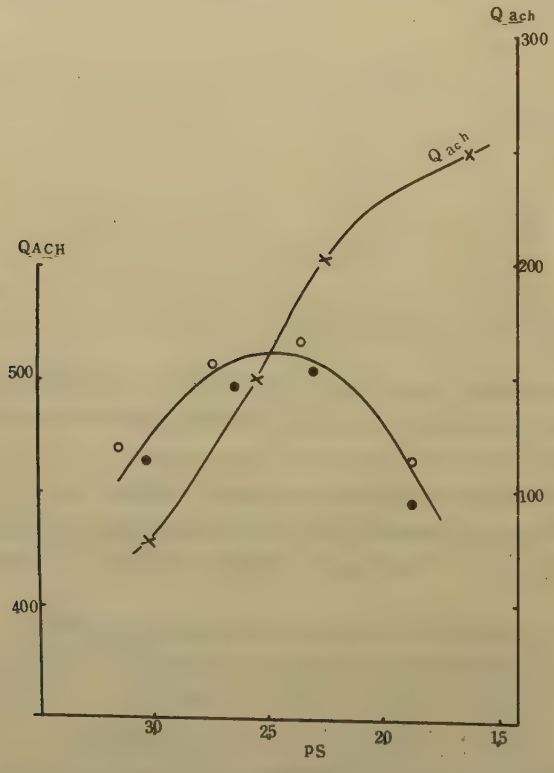


Fig. 3 Activity-pS curves for the enzymic hydrolysis of Ach by a AchE preparation from the electric organ of the common skate and from the house serum.
QAch { ○—○ 5% homogeante of the tissue } (Specific type)
QAch { ●—● 10% 〃 〃 }
QAch ×—× purified ChE prepation from house serum (Unspecific type)

apparatus and colorimetric method after Hesterin's, soon the rest of the reaction solution which was determind by manometric method was iced then

colorimetried by Hydoroxylamic, then measured them the value obtaind by colorimetric was little higher than that by manometric (see* at Table 3). More, as if Ach in later case were rather increased instead of Ach hydorolyzed. It is

Table 3. Consideraiion on the activity of AchE in the organ of the common skate, obtained by both method. QAch=Ach *mg/ hr* hydrolyed by specific ChE in the organ.

Hesterin's Hydroxyamic method		Warburg manometric method.	
Sample	QAch	Sample	QAch
5% Homogenate	1.629*	5% Homogenate	1.636*
〃	1.621	〃	1.649
〃	1.600	〃	1.654
〃	1.540	〃	1.589
〃	1.433	〃	1.682
Ave.	1.497		1.636

not resynthesies Ach, but rather it will be some compound which is reacted by hydroxylamic method to incubate at a degree of 37°C.

Effect of addition of energy source : In order to give the energy source,

Table 4. Effect of addition of Hexose for the energy source of the activity in the electric tissue of common skate.
Qach=$CO_2\mu l$ evolued in 60 min by mg dry substance.

Hexose 10^{-2} M	Homog. concentration	QAch	Qach
Control	10%	1.762	64.3
Glucouse		1.764	64.4
Control	5%	1.766	64.8
Flactose		1.741	64.1
Control	5%	1.766	64.8
Glucose		1.765	64.1
Flactose		1.761	64.0

(Last concentration of substrate is 0.01M Ach at degree of 37°C)

are added into the enzyme preparation. There, however, is no effect for the activity of AchE of the electric tissue, even if the reaction solution had put out CO_2 and produced the lactic acid.

Discussion

The results obtained in the analysis of AchE in the electric organ of the fish were essentially similar to those described for that of AchE in nervous and muscle system. But the activity of AchE in the electric organ is about 20 times as high as that of brain and spinal cord of the fish.

Such as the case, high rate of activities of AchE in the organ have perhaps the most interesting results of the present paper in relation to the action potencial of discharge of the fish. These organ can split in 60 minutes as amount of Ach equivalent to 1—1.5 times their own weight. The concentration of the enzyme is

of the same order of magnitude as that estimated by previous investigators for motor end plates of muscle. The essential point is the fact that in these organs considerable amount of Ach can split during the reffractory period which is of the order of milliseconds. This makes, as NACHMAUSOHN and his coworkers pointed out too, possible the assumption that Ach is closely connected with the discharge. The prequisite for such an assumption is the possibility of a quick removal of active substance. The view of the effect of addition of Hexose in order to give energy source for the enzyme preparation described above it there can be suggested that present or absent of energy source and change of metablic cycle in the electric organ do not undergo on activity of AchE in the organ. Therefore it can be suggested that the energy for Ach formation which are secondary components of Ach cycle (NACHMAUSOHN) in the organ should be concerned with acetylkinase, acetylcoenzyme A and cholineacetylase. In this paper the author fundamentally described elemental properties of AchE of the organ of the weak electric fish, common skate, and biochemical problem concerning the electric discharge of the fish is yet obvious but further intersting development should be expected.

Summary

In order to investigate the function and metabolism of the electric organ of the fish in Japan, at first the author recognized of high rate of AchE of the organ, being the first components of Ach cycle (NACHMAUSOHN).

1) Activity of AchE in the organ of this fish is twenty times or mor as higher as that of brain and spinal cord of the fish.

2) 5% homogenate of the organ for 10 minutes at a rate of 3000 RPM could be extract the AchE more than 80%.

3) There are no difference between slice of fresh tissue of the organ and its homogenate at QAch.

4) Enzyme concentration of the substrate for AchE is pS 2.3, namely 0.004 M Ach, and optimum pH is about 8.

5) There are no effect of the activity of AchE to added Hexose into the enzyme preparations of the tissue.

6) The higher concentration of homoginate of the tissue is, the lower its activity is contrary.

7) The value obtained by both Hesterin's and Warburg method were compared and discussed.

Acknowlegements.

The author wish to express his gratitude to the Prof. R. ISHIYAMA for his

inspiring encauragement throughout this work, and also happy to acknowlege Dr. T SEKINE, Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, University of Tokyo for his helpful suggestions rendered.

References

1) AUGUSTINSSON, K. : 1948. Cholinesterases a study in comparative Enzymilogy. Acta Physiologica Scandinavia. **15** (52), 1—182.

2) ————, : 1949. Substrate concentration and specificity of choline ester-splitting enzyme. Arch. Biochem. **23** (1), 111—126.

3) AUGUSTINSSON, K., GRAHN, M. : 1952. Stability of cobra venom acetylcholinesterase and the stabilizing effect of various metallic ions. KRKIV FOR KEMIE **4** (16), 277—288.

4) ALTAMIRANO, M., C. H COATES, H. GRUNDFEST, and D. NACHMANSON. : 1953. Mechanism of bioelectric activity in electric tissue I. The Response to indirect and direct stimulation of electroplaques of Electrophorus electricus. J. Gen. Physiol. **37** (1)91—110.

5) COATES, C. W. &. Cox, R. T. : 1937. The electric discharge of the electric eel, Electrophorus electricus (Linnaeus). Zoologica, **22** (1), 1—32.

6) HODGKIN, A. L & A. F. Huxley : 1952. A quantitative description of membrane current and its application in nerve. J. Physiol. **117** (4) 500—554.

7) NACHMANSOHN, D. : 1946. Chemical mechanism of nerve activity. Ann. N. Y. Acad. Sci. **47** (4), 3954—428.

8) ————, : 1946. On the chemical mechanism of nervous action. p.335—336 in : Green, D. E., ed., Currents in biochemical reserch, N. Y., Intersciencepublishers, inc.

9) ————, : 1946 On the role of acetylcholine in the mechanism of nervous action. Vitamin and Hormones, **3**, 337—377.

10) ————, : 1950. The neuromuscular junction. LE MUSCLE, etude de bilolgie et de pathologie, **31** (6), 1—51.

11) ————, : 1951—1952. Transmission of nerve impulses across the neuromusclar junction. Proc. lst & 2rd Med. Conferrnces. of Muscular Dystrophy Assoc Amer, Inc. 1—15.

12) ————, : 1951. Energy sources of Bioelectricity. Phosphorus Metabolism, 1—569 —585.

13) T. SKINE. : 1953. Acetylcholine estersse of animal spermatozoa. The Bioch, **38**, 174—186.

孵化時のドジョウ仔魚の大きさに及ぼす水温の影響に就いて※

久保田善二郎・松井　魁

Influence of Temperature on the Length of hatched Fry of the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR).

By

Zenziro KUBOTA and Isao MATSUI

It is very important in hatching fish eggs to obtain the fry as large as possible, in addition to selecting the most suitable environments to raise the hatching rate, for it shortens the term needed to breed in a stream or a pond and thus saves labour.

Water temperature was found one of the factors which control the total length of hatched fry.

The method of experiment was just the same as was employed in our previous paper[1]. The total length of hatched fry was measured by micrometer.

The range of water temperature to enable hatching was from 11° to 32°C and the optimum temperature was about 25°C.

The relation between temperature (θ) and hours (T) required for hatching may be expressed by $Te^{0.1110} = 608$.

The temperature coefficient for the embryonic development of the loach was found to be $Q_{10}=3.041$.

The length of hatched fry was the largest when kept at 20°C, and when exposed to higher or the lower water temperatures than 20°C the length of hatched fry became shorter.

The average total length of fry hatched at 14.9°C was 2.79 mm, and after 48 hours it attained to 3.45 mm which was still shorter than that of the fry measured immediately after hatching at 20°C.

The yolk sac of fry hatched at about 20°C is a little elongated, somewhat spindle-shaped, but that of one at lower temperature is not elongated, almost globular. The relative size of the yolk sac to the body of the fry smaller when hatched at 20°C than at lower temperatures.

The relation between the total length of hatched fry and the time required for hatching may be represented by a curved line, and the total length is longest when it took 50 to 80 hours to hatch.

※ 水産講習所研究業績　第143号.

Within the range of mean deviation 1.2°—14.5°C in the series of temperatures 3.1°—32.0°C, the larger the temperature deviation was, the less the total length of hatched fry, the hatching rate and the time required for hatching became.

The relation betweeng the total length(L') of hatched fry in case water temperature (θ) kept constant and the corresponding one (L) of hatched fry exposed to varying water temperature (M-Mean deviation of water temperature) may be expressed by the following formula :

$$\log \frac{L}{L'} = kM^2 + C$$

Thus we have $k=0.00075$, $C=0.0025$.

We can infer the following from these exerimental results : Function of embryo's endocrine secretion, circulation of blood, absorption of nutrition from the yolk and embryonic differentiation are performed smoothly over 20°C, and within this range of the temperatures the lower water temperature is, the larger the total length of hatched fry becomes as a result of prolonged time required for hatching.

At temperature lower than 20°C, the total length of fry is smaller, the above functions being weakened by low temperature.

緒　　言

魚卵の孵化を行うに当つては，良好な環境を選ぶのは勿論，出来るだけ大形の仔魚を孵化させる事が，放養或いは放流迄の日数を短縮し，且労力を省く点から増殖上重要であると考える。筆者等は，孵化時の仔魚の大きさを支配する主な要因が温度にある事を見出したので報告する。

稿を草するに当り実験の一部に御助力下された本所増殖学科学生諸氏に感謝の意を表する。

材料及び方法

1954年6月14日より同月25日に亘り水産講習所増殖学教室で実験を行つた。親魚は附近の溝で採捕した後，養殖池で約1ヶ月間飼育した雌魚2尾，雄魚1尾を使用し，採卵法は川村[1]の方法に随つた。人工受精，温度の調節，卵えの急激な温度環境の変化等の諸操作は既報の方法[2]と全く同様にして行つた。孵化時の仔魚の大きさは各群共5尾（但し温度一定の場合のNo. 4は8尾，No. 3は3尾又温度変化を与えた場合のNo. 2は1尾）宛その全長をミクロメーターで測定した。

結　　果

1）水温を一定に保つた場合　孵化可能水温及び同適水温並びに同所要時間に就いては，既報[2]の諸結果と略一致した。即ち孵化可能水温は11～32°C，孵化率は25°C前後が最も高く，又水温 θ と孵化所要時間 T の対数との関係は直線で示され $Te^{a\theta} = C$ (a, C はドジョウに固有の常数）の関係式が成立し，$a=0.111$，$Q_{10}=3.041$，$C=608.0$ の値を得た（第1表）。

孵化水温と孵化時の仔魚の全長との関係は曲線で現され，水温20°C附近で最も大きくて平均全長3.89mmを示し，この温度より高温又は低温になる程魚体は小さい。即ち20°Cで孵化した仔魚の全長に対する百分率は，11.6°Cでは55%，28.3°Cでは84%の大きさを有する

Table 1. Experimental results of control in the hatching of the common loach.

No. of compartments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average water temperature (θ)	3.1	7.7	11.6	14.9	17.6	20.0	22.5	25.3	28.3	32.0
Average deviation of water temperature	0.5	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.3	0.7
Average hours required for hatching (T)	—	—	202.5	109.0	82.5	71.5	43.5	30.0	24.0	22.5
Average deviation of hours required for hatching	—	—	12.5	9.0	12.5	23.5	11.0	9.0	3.0	1.5
Number of eggs	56	73	34	57	57	58	47	54	32	31
Number of hatched fry	0	0	3	24	15	8	19	35	17	1
Hatching rate (%)	0	0	8.8	42.2	26.4	13.7	40.5	65.0	53.2	3.2
Average total length of hatched fry (mm)	—	—	2.147	2.789	3.678	3.894	3.824	3.486	3.270	—

（第1図）。皆森[3]はドジョウ類の温度に対する適応と馴れに関する実験で，孵化用水の温度が 20～35°C の範囲内では，孵化時の仔魚の全長は高温飼育で小，低温飼育で大という結果を得ているが，これは本実験結果と一致している。

水温 14.9°C で孵化した仔魚の全長は，孵化直後に平均 2.79mm であるが，これは 21～23°C の水中で 48時間飼育した後の大きさは 3.39～3.48mm，平均 3.45mmで尚水温 20°C で孵化した孵化時の仔魚の全長に達しなかつた。

卵嚢の形は，水温 20°C 前後で孵化した仔魚では紡錘形に近い球状を呈し，魚体に比較して小さいが，低水温で孵化したものは真の球状に近く魚体に比較してすこぶる大きい。

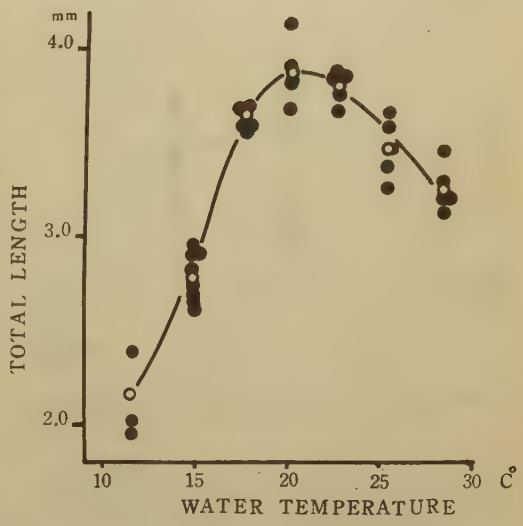


Fig. 1. Relation between water temperature and tota length of hatched fry.

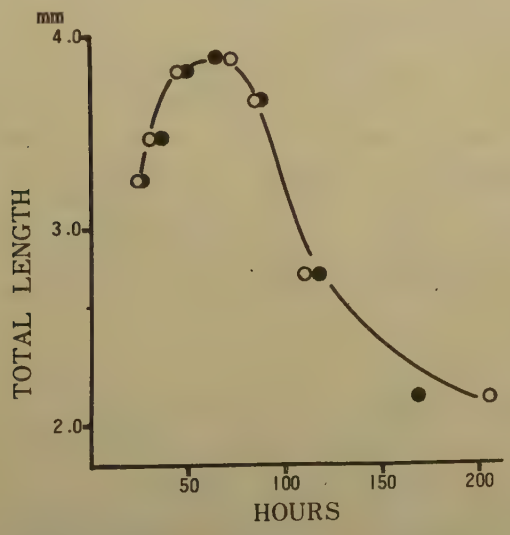


Fig. 2. Relation between total length of hatched fry and hours required for hatching, white circles : observed values ; blacks : theoretical.

尚 14.9～28.3°C の範囲内で孵化した仔魚は，孵化後3日以上生存し，その一部は現在飼育中であるが，11.6°C で孵化したものは2日で斃死した。

孵化時の仔魚の全長と孵化所要時間との関係は，曲線で現され50～80時間で孵化した仔魚が最も大きい（第2図）。

2） 水温に激変を与えた場合　水温位置を交換した管瓶の水温変化の幅は，互いに略同一だから，その各々を合して計算し，夫々孵化率及び孵化所要時間並びに孵化時の仔魚の全長を求めた（第2表，第3図）。この成績を水温変化を与えない場合のそれ等と比較する為に，平均水温を求め，同水温の孵化率及び孵化所要時間並びに仔魚の

Table 2. Experimental results of the eggs given the variation of water temperature.

No. of compartments	1 ; 10	2 ; 9	3 ; 8	4 ; 7	5 ; 6
Range of the variation of water temperature	3.1～32.0	7.7～28.3	11.6～25.3	14.9～22.5	17.6～20.0
Average water temperature	17.5	18.0	18.5	18.7	18.8
Average deviation of water temperature	14.5	10.3	6.8	3.8	1.2
Number of eggs	108	119	77	105	99
Number of hatched fry	0	9	19	24	31
Hatching rate (%)	0	7.6	24.7	22.9	31.3
Average total length of hatched fry (*mm*)	—	3.214	3.716	3.700	3.717

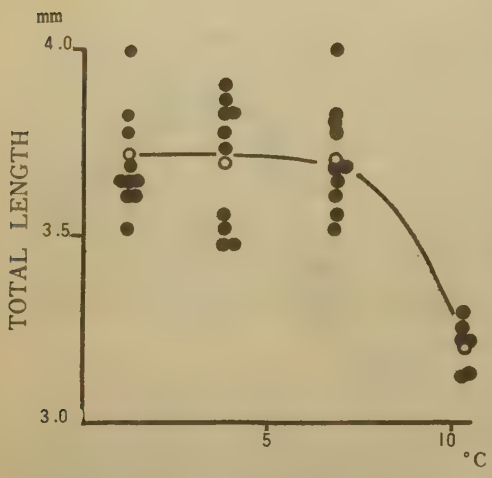


Fig. 3. Relation between average deviation of water temperature and total length of hatched fry.

全長を第1表より計算した（第3表）。即ち孵化率及び孵化所要時間に就いては既報[2]の諸結果と同様な傾向を示し，急激な水温変化の範囲の広い程孵化率は悪く，孵化所要時間は短縮される。孵化仔魚の大きさは，水温変化の範囲の広い程小さい（第4図）。孵化に対する適水温の範囲内では，水温を終始 $\bar{\theta}$ に保つた時と，$\bar{\theta}$を中心としてM°C 昇温及び降温した時との仔魚の大きさを夫々L' L，としL/L' の対数とM^2との関係を図に現すと直線となり（第4表，第5図）これより次の式が得られる。即ち$\log L/L' = kM^2 + C$（k,Cはドジョウに固有の常数）。この公式より諸係数値を求め$k = -0.00075$，$C = -0.0025$を得た。

Table 3. Comparison between the eggs exposed to varying water temperature and those kept at controlled temperature condition.

No. of compartments	1 ; 10	2 ; 9	3 ; 8	4 ; 7	5 ; 6
Range of the variation of water temperature	3.1～32.0	7.7～28.3	11.6～25.3	14.9～22.5	17.6～20.0
Hatching rate of the eggs exposed to varying water temperature (F)	0	7.6	24.7	22.9	31.3
Hatching rate of the controlled eggs in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature (F')	26.5	28.0	30.0	31.0	31.5
$F/F' \times 100$	0	27.0	82.3	73.7	99.4
Hours required for hatching of eggs given the variation of water temperature (T)	—	54.0	58.0	65.0	64.3
Hours required for hatching of controlled eggs in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature (T')	—	82.6	78.4	76.3	75.6
$T/T' \times 100$	—	65.4	74.0	85.2	85.0
Total length of the fry given the variation of water temperature (L)	—	3.214	3.716	3.700	3.717
Total length of the controlled fry in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature (L')	—	3.88	3.91	3.92	3.92
$L/L' \times 100$	—	82.8	95.0	94.4	94.8

Table 4. The values of log L/L' and M^2 calculated from the data given in Table 3.

M^2	209.09	105.68	46.79	14.36	1.46
LogL/L'	—	$\bar{1}$.9182	$\bar{1}$.9779	$\bar{1}$.9749	1.9769

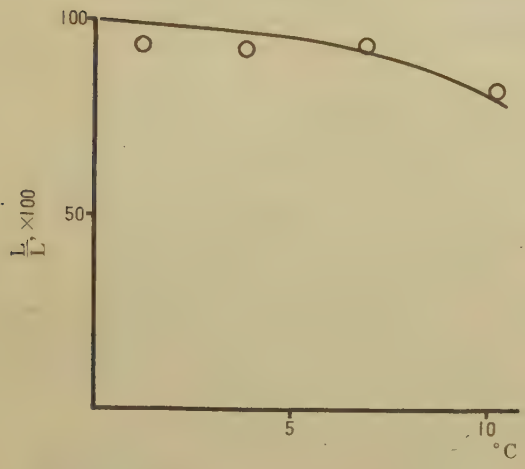


Fig. 4. Relation between average deviation of water temperature(M)and L/L' ×100.

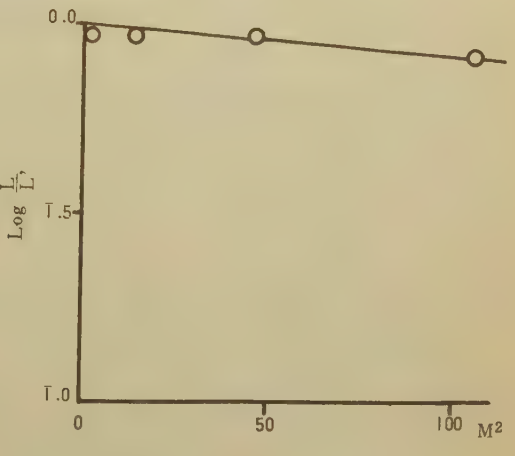


Fig. 5. Relation between M^2 and log L/L'.

考　　察

水温が 20°C を中心として高温又は低温になる程，孵化時の仔魚の全長が短い事に就いては次の様に考えられる。即ち 20°C より高温では胚の内分泌活動，血液の循還，卵嚢からの栄養吸収及び体の分化が順調に行われ，水温が低い程孵化所要時間が長い為に孵出魚の全長は大となり，又 20°C より低温では孵化所要時間は長くなるが，低水温がさきの諸作用を抑制する為に小さい孵出魚が得られるのであろう。そして卵嚢の形及び大きさが水温 20°C の場合と低温で孵化した場合の仔魚とで差異があることは以上の諸事に基づくものと考えられる。水温の急激な変化を与えた場合に，その範囲の広い程孵化時の仔魚の全長が短い事は，孵化所要時間が短縮される事と共に，温度変化が，さきの諸作用を抑制する因子となる為であろう。以上の結果から産業的見地よりドジョウ卵を孵化させるに当つての最適水温は，孵化率の最も良い 25°C より低く，孵化仔魚の最も大きくなる 20°C より高い範囲にあると考えるべきであり，且水温を出来るだけ一定に保つことに注意しなければならないと思う。

摘　　要

1） 水温が一定である場合，孵化時の仔魚の大きさは，水温20°C前後で最も大きく，この温度より高温又は低温になる程小さくなる。

2） 水温差が大きい程，孵化時の仔魚は小さい。そして孵化に対する適水温の範囲内では，水温を終始 $\bar{\theta}$ に保つた時と，$\bar{\theta}$ を中心として M°C 昇温及び降温した時との孵化魚の大きさを夫々 L'，L とすれば $\log L/L' = -0.00075\ M^2 - 0.0025$ の関係式が成立する。

文　献

1）川村智治郎：1944．鱒の採卵法と稲田放養．
2）久保田善二郎．松井　魁：1954．孵化用水の温度変化がドジョウ卵孵化に及ぼす影響に就いて，水産講習所研究報告，**3**（3），209—215．
3）皆森寿美夫：1954．ドジョウ類の温度に対する適応と馴れについて，動物学雑誌，**63**（3,4），71．

On the Eggs and Early Life Histories of Pyrenidae (Columbellidae) in Marine Gastropods※

By

Masaru AMIO

It has been generally known that larvae of marine gastropods are important elements among planktons and serve as foods to other marine animals living along the coast.

In this connection many studies have been done on the development of the eggs and larvae of marine gastropods.

THORSON (1940) described several forms of the egg-capsules found in the family of *Columbellidae* and the development of *Columbella blanda*. Recently, in comparison with that described by FRANC (1943), KNUDSEN (1950) illustrated that there might be perhaps two different types of the egg-capsules and the hatched larvae of *C. rustica*. HABE (1944) observed the planktonic post larva and its metamorphosis of *Pyrene sp.* sampled from the adjacent waters of Japan.

The present paper embodies the observation on two different types of the egg-capsules and the larval forms in Pyrenidae taken from the coast of Yoshimi, Yamaguchi Prefecture.

Before proceeding further,the author wishes to present his sincere thanks to Dr. H. YOSHIDA, Professor of the Shimonoseki College of Fisheries, who gave him wholehearted guidance and moreover read through this report carefully. He is also much grateful to Mr. T. HABE of the Kyoto University, for permitting him to borrow valuable literatures.

Pyrene misera (SOWERBY)

This species is commonly seen in tide-pools or between tidal marks along the coast of Yoshimi. In summer many milkish white egg-capsules are found laid on algae along with mother mollusks. Usually 5 to 12 egg-capsules are connected with each other by means of marginal edge of adhesion disk which is oval-shaped and nearly 2 mm in long diameter (Fig. 1. a, b). A dome-shaped wall, which is about 1 mm in height and comparatively thick and tough because of its fibrous reticulation, rises from this adhesion disk (Fig. 1. c). At the top of this translucent dome-shaped wall there is an elliptical origin of exit hole (0.8×0.6mm) between two indistinct keels. The inner capsule, which is enclosed by the dome-shaped wall mentioned above, is formed of very thin, smooth and transparent membrane and it appears that on the upper surface of this inner capsule there is a stripe like

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 144.

a rib and a somewhat thickened margin having the shape of an elongated ellipse——perhaps the origin of exit hole (Fig. 1. d). 4 to 6 eggs are enclosed with the colloidal substance in the inner capsule, and the newly laid egg has a diameter of 0.315 mm and is light yellow in colour.

After the egg-capsules were separated from its attached face with caution not to be wounded, the states of egg-capsules were observed and the process of egg development was traced through the transparent membrane bordering the dome-shaped wall from the attached surface. Consequently, the author found that the development of each egg was unequal even in one capsule and the number of the micromeres increased largely with time on and became to surround the macromeres. Before long, a large micromere projected out from each side of embryo and about the half of each large micromere protruded beyond the surface of the ectoderm (Fig. 1. e). In about ten days after having laid the embryo developed into the stage of veliger, and was whirling in the capsule. It seemed that this type of cleavage was almost analogous to that was found in *Cypraea*, *Conus* and *Mitra* by OSTERGAARD (1950).

The veliger has two-lobed velum with rudimental cilia, two tentacles, two eyes, two otocysts and one foot with a round posterior margin. The shell of veliger is transparent and the fore part of body is colorless, but its liver is colored yellow.

In about ten days, embryos in the veliger stage develop into the creeping stage, in which embryos lose the velum and have long tentacles and 3 or 4 individuals leave from each capsule by rasping the exit hole at the top or even at the lateral wall. Thus, it seems to take for the embryo more than 20 days to hatch in the capsule. An instance having a long incubation period could be observed in the embryo that was not hatched nearly a month in the water of glass dish. Each hatched larva has a well-developed foot which has a somewhat sharp posterior end and a small elliptical operculum. The shell is 0.8 mm to 1 mm in height (0.93 mm on the average), has about 1½ whorls and is colored milkish white, but the color of body is grey (Fig. 1. f). The hatched larva preys often on other eggs of the same species by the radula in the elongated proboscis. Sometimes, the author observed many fragments of embryonic shells or only one abnormally large embryonic shell (1.4 mm in shell height and 2½ whorls, Fig. 1. g), remaining in the capsules from which the larvae have already hatched. Moreover, the number of hatched larvae is usually fewer than the number of eggs. These facts coincide with the description of THORSON (1940) on this family, and it can be presumed that the larvae feed on eggs or get grown through cannibalism.

Here and there the margin of shell aperture is tinged with dark brown soon after the hatch, and this pattern becomes to form some intermittent latitudinal stripes as the shell grows, and simultaneously, the dull longitudinal ribs become to appear on the body whorl.

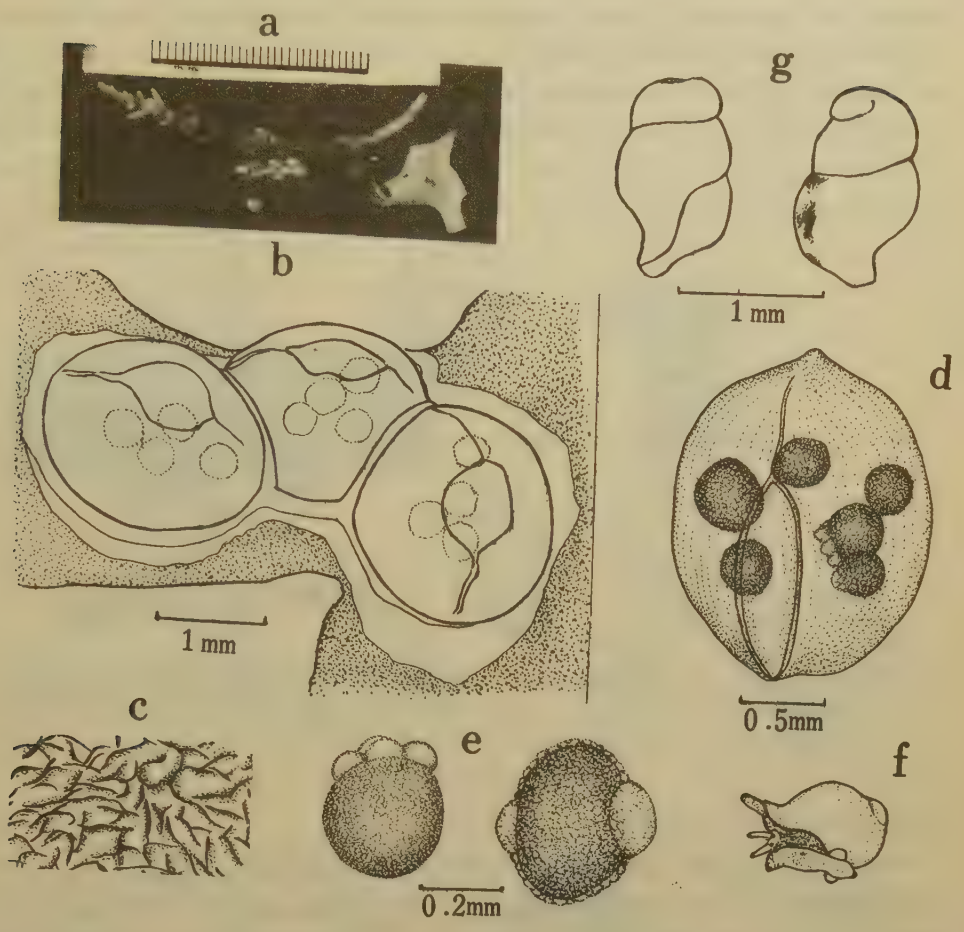


Fig. 1. *Pyrene misera* (SOWERBY). a, Egg-capsules attached to algae; b, enlarged egg capsules; c, magnifed fibrous reticulation of outer wall of egg-capsule; d, enlarged inner egg capsule and embryos; e, zygotes in cleavage stages; f, newly hatched larva 0.88mm in height; g, abnormally large embryonic shell remained in egg capsule.

The early young mollusk secretes from the posterior parts of foot somewhat elongated mucus substance, which serves as a float or a means of cohesion, and the mollusk attaches to the under water surface from which it hangs down or attaches to the substratum from which it can not be detached by any conside rable strength of water disturbance. It may be considered as the function of the mucus substance that the young mollusk removes with tidal current or supports its habitat as well as the mucus substance of *Meretrix lusoria* (UCHIDA ,1941) or as the byssus of *Venerupis semidecussata* (YOSHIDA ,1953), both bivalves being common in Japan.

Having passed through 50 days from the hatch, the reared larval shell is about 1.7 mm in height and has about 4 whorls, and simultaneously, at the region of the anterior aperture, several latitudinal ribs become to be recognized clearly. In

August, many young shells of 1.3 mm to 2.4 mm in height can be collected from the tidal zone on the rocky coast.

Early in October, these young shells grow 4.5 mm in height and have about 6 whorls, and then almost all show the adult feature and live among the seaweeds (Fig. 1. h).

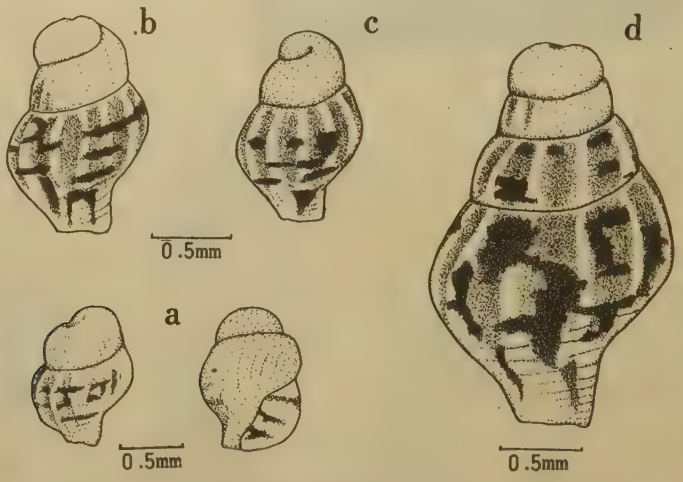


Fig. 2. *Pyrene misera* (SOWERBY) .a, larval shell (1.1 mm in height) after 10 days of hatch ; b, larval shell (1.68 mm in height) after 47 days of hatch ; c,d, larval shell (1.23 mm and 2.42 mm in height)collected at rocky coast in August.

Columbella (*? versicolor* SOWERBY)

Many egg-capsules are taken from the surface of shell (*Pinctada martensi*) or various fucus (for instance, *Padina*) from the middle decade of February to early decade of May. The group, which consists of 26 to 42 egg capsules, is laid (Fig. 2. a) and every capsule is connected by the marginal edge of its adhesion disk.

The capsule is like an upset wine-cup in feature (Fig. 2. b) ; the main portion of capsule, shaped of small trunk which is constructed of a transparent and thin wall and is 1.7 mm in diameter and 0.7 mm in height, rises from the adhesion disk and the roundish flattened area (0.6 mm in diameter) exists on the narrowed top of this trunk. This is the origin of exit hole on which there are 15 to 20 setae surrounded by the collar-like membrane (about 0.5 mm in height). Also, under above-mentioned membrane, another collar-like membrane (about 0.3 mm in height) rises from a portion which is about 0.5 mm above the substratum. The form of egg-capsule should be placed within the type of *Columbella* (*Pyrene*) *rosacea* described by THORSON (1940), with the exception of the setae on the origin of exit hole. The main part of egg-capsule also almost resembles the egg-capsule of *Columbella rustica* (KNUDSEN, 1950), but has more advanced protectors, in the vicinity of exit hole. The newly laid spherical ova (0.14 mm in diameter) are tinged with pale yellow and 38 to 57 eggs are recognized in one capsule (Fig. 2. c).

The process of egg cleavage is perceived the same as that of *P. misera*, however, in the single capsule enclosing about 20 to 30 large embryos 3 to 14 small embryos are recognized among them and the size of small embryo is half or less as much as that of the large embryo, and both embryos are whirling (Fig. 3. d). On the other hand, in the egg-capsule having no small embryo, there are 16 or 17 large embryos with similar size of 0.27 mm, and the number of them does not appear to reduce.

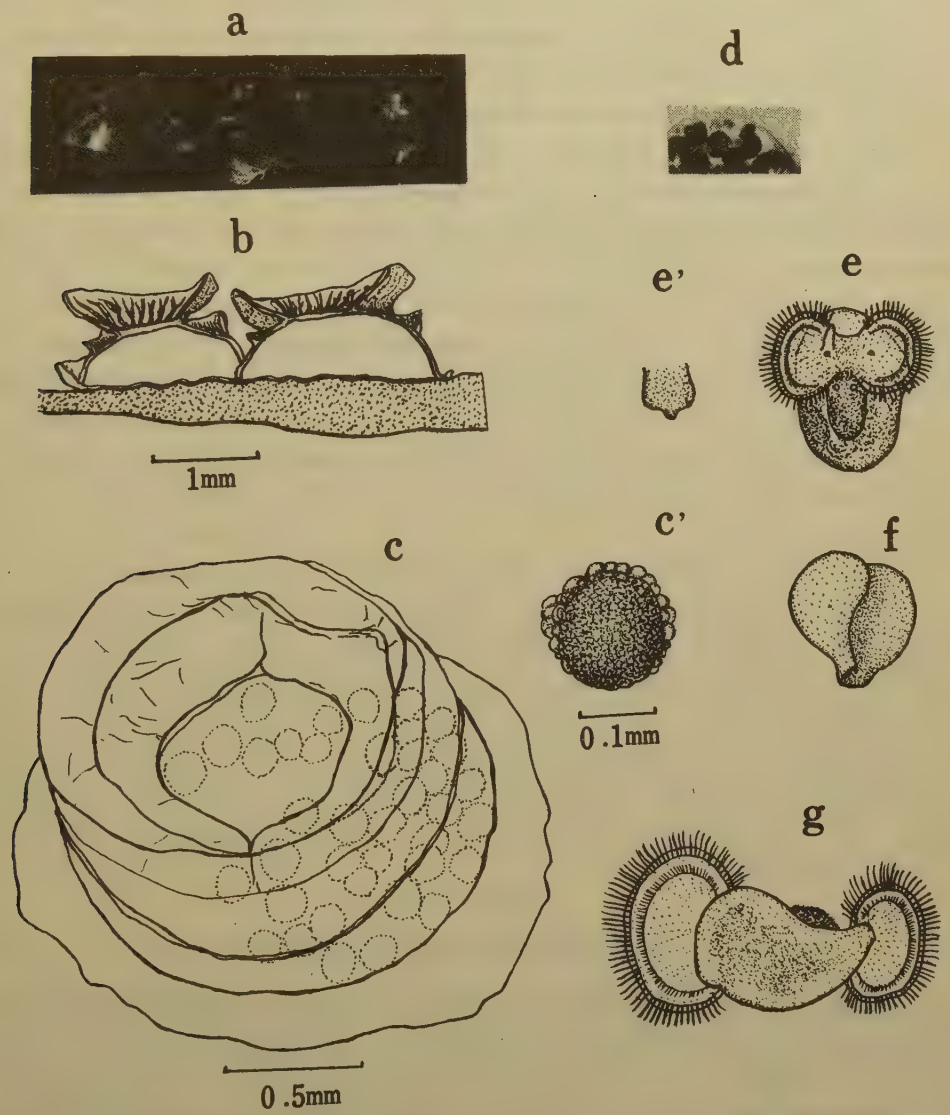


Fig. 3. ***Columbella*** (? ***versicolor*** SOWERBY). a, Egg-capsules attached to shells and fucus ; b. magnified sections of egg capsules ; c,c′ enlarged egg-capsule seen from upper surface and zygote in cleavage stage ; d, magnified large and small embryos in egg-capsule ; e,e′ elongated free-swimming veliger newly hatched and foot of rather developed veliger ; f,larval shell 0.32 mm in height ; g, free-swimming veliger after 18 days of hatch 0.42 mm in shell height.

The hatched free-swimming veliger has a shell height of 0.27 mm to 0.32 mm. The fact that the number of normally developed embryos reduces below that of eggs and undeveloped embryos come out in process of development of those embyos, is not so remarkable as in the same state of *C. blanda* (THORSON, 1940), but it seems that this fact is an analogous form of cannibalism to that phenomenon observed in *Tethys grandis* (OSTERGAARD, 1950) in which the stronger and more developed embryos knock the weaker to pieces and consume them.

The veliger (Fig. 2. e) has already an undeveloped siphon and shows a fine granulation at the surface of its shell when it hatches. The liver is brownish orange in color and the remaining part of body is pale greenish yellow. The velum is bilobed with double circulated cilia of which the outer-side cilia are longer and the inner-side cilia are shorter. The tentacle is observed only at the right side in this stage and another tentacle becomes to come out on the left side before long. Mouth part is tinged somewhat black and, like the foot, has the roundish posterior margin. In 18 days after the hatch, the veliger (0.42 mm in height and has about 2 whorls) has a large aperture and a somewhat short and wide siphon too. The right lobe of velum is significantly larger than the left. The foot having a projected posterior edge, has a thin and elliptical small operculum on the back side. Even for 23 days the larvae do not still metamorphose and yet keep their free-swimming life. From this fact, it is supposed that the larvae have considerablly long free-swimming life and go down to the bottom in the well-developed form.

This veliger resembles that of *Pyrene sp.* (HABE, 1944) in the feature of velum and, on the other hand, the feature and size of embryonic shell bear a remarkable resemblance to those of *C. rustica* (KNUDSEN, 1950). From consideration of all characteristics mentioned above, it can be deduced that this species belongs surely to *Pyrenidae* and is the same species as *Columbella versicolor* because many *C. versicolor* are taken from the neighbourhood of group of the egg-capsules mentioned above. However, it appears that there is a considerable difference between the egg-capsule described in this paper and that of *C. versicolor* described by RISBEC (1929, '31)

Comparisons and Discussions

It is common to the two species written in this paper that both species are inferred to have the characters of cannibalism in the stage when the embryos exist in the egg-capsules, and this fact coincides with the opinion given to some species of this family by THORSON (1940). The double-constructed egg-capsule as found in *P. misera* has never been reported in this family. And then, on the outer wall of capsule in *P. misera*, the tough and reticular fibrous structure develops remarkably in compensation for the degenerated keels, but, *C. versicolor*

has two collar-like membranes which appear to be transformed from the keels because of the thinner and weaker wall than the former species. The setae on the origin of exit hole in latter species have also remarkable characteristics that have never been observed in this family. As regards the problem whether a free-swimming form or a creeping one is perceived in the type of larval life at the hatch, THORSON (1940) related that a large percentage of species has a pelagic development in the warmer waters than in the colder waters and, on the other hand, a large percentage of species having non-pelagic development is more frequently found in tidal zone than in shelves from the results of his investigations on many species of marine prosobranchs in several regions all over the world.

However, illustrating the various instances in adjacent waters of Plymouth, LEBOUR (1937) pointed out the point that the position of dweller lies whether in the tidal zone or not not to be essential factor for the development of larvae which hatched whether in the free-swimming stage or in the crawling stage. On this subject KNUDSEN (1950) also explained that the temperature would not be an important element on the Tropical West Africa fauna.

From the above-mentioned discussions, *P. misera* lays eggs on the place exposed at ebb tide or on tide-pools at the time of higher water temperature (27~30°C) in the mid-summer, and on the contrary, *C. versicolor* lays eggs on the place not almost exposed in the season of lower water temperature (16°C or thereabout). And the former hatches in the creeping stage, and the latter hatches in the free-swimming stage.

It can be understood that *P. misera* has a rather longer incubation period than that of the latter and can remain in the egg-capsule till the more developed form of crawling stage, because it has a higher ability of protecting and fostering for the reason that it has the stonger wall of egg-capsule, and the larger ovum and still fewer ova per the capacity of capsule than the latter. However, the author thinks that much considerations should be paid to the effects of various environmental factors on the larva after the hatch from the egg-capsule.

References

HABE, T. : 1944. Studies on the eggs and larvae of the Japanese gastropods (1), Jour. Conch. **13**, 188—194.

KNUDSEN, J. : 1950. Egg capsules and development of some marine Prosobranchs from Tropical West Africa. Sci. Res. Dan. Exp. Coast of Trop. West Africa. Atlantide Rep. **1**. 85—128.

LEBOUR, V. M. : 1937. The egg larvae of the British Prosobranchs with special reference to those living in the plankton. Jour. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom. **22**, 105—166.

OSTERGAARD, J. M. : 1950. Spawing and development of some Hawaiian marine Gastropods. Pac. Sci. **4** (2), 75—115.

THORSON,G. : 1935. Studies on the egg-capsules and development of Arctic marine Prosobranchs. Medd. Grønland. **100** (5), 1—71.

——— : 1940. Studies on the egg mass and larval development of Gastropoda from the Iranian Gulf. Dan. Sci. Inv. Iran. Pt. 2, 159—238.

YOSHIDA, H. : 1953. Studies on larvae and young shells of industrial bivalves in Japan. Jour. Shimonoseki Coll. Fish. **3** (1), 1—106.

二三の海産腹足類(*Pulmonata, Opisthobranchiata*)の卵並びに仔貝の浮泛性について※

網　尾　勝

Observations on Eggs and Floating Habit of Larval Shells in some Marine Gastropods (*Pulmonata, Opisthobranchiata*).

By
Masaru AMIO

The present paper deals with the results of observation on the eggs and larvae of *Siphonaria japonica* DONOVAN and *Tethys parvula* (MÖRCH) which were taken from the rock lying in the tidal zone at Yoshimi, Yamaguchi Pref. from February to August in 1954, and on those of *Haloa rotundata* (A. ADAMS) collected at ebb tide from the neighbourhood of the greenish seaweeds on the muddy bottom at Otoshima, Okayama Pref. in September, 1954.

In *S. japonica*, the spawning season extends from February to May (water temperatuer 16～19°C), and it begins rather earlier in the above locality than at Asamusi (ABE, 1940). The thin and transparent capsule enclosing the ovum directly is surrounded by the gelatinous layer (about 0.05mm in thickness), which seems to keep each capsule in position with aid of two fine filaments (about 0.09mm in length) attached to each end of the long axis of the capsule, so that the space among the capsules is filled up with the layers (Fig. 1. a,b,b′). It is sometimes observed that the first cleavage is unequal.

In *T. Parvula* two fine filaments can also be seen on both sides of egg capsule which is transparent and tough. The egg capsule are numerous, compactly set in the entangled egg-filaments of lemon color (Fig. 2.a). 2～4 ova are enclosed in one egg-capsule and they do not seem to reduce in number till hatching in the state of free-swimming veligers. The feature of development of zygote and the hatched veliger are shown in figure 2.b,c.

In *H. rotundata*, the vivid yellowish zygotes are arranged like a coil in the very soft and transparent gelatinous tube. Around the transparent and spherical capsule enclosing a zygote, it can not be seen any fine filament connecting each capsule. The development of zygote and veliger of this species is shown in figure 3.a—g.

These three veligers which are described in the present paper are common in having smaller and thiner shell large operculum among the marine gastropods, and

※ 水産講習所研究業績　第145号.

having velum with long cilia and not having any eye or any tentacle. Furthermore, soon after their hatch these veligers have the habit of rising to the water surface by preserving gas inside shells, floating in contact with each other as a raft in the jar (Fig. 2.d ; Fig.3.g). The above phenomenon could be observed even in tide-pools on the rocky beach in the case of *S. japonica*. It can be considered that this habit is useful for successful far-reaching dispersal, and consequently contributive to the distribution and propagation of these species.

緒　　言

海産腹足類の中 Pulmonata, Opisthobranchiata の卵並びに発生については，外国の主なものではOSTERGAARD (1950), THORSON (1940) の研究があり，又邦産種 ***Siphonaria japonica*** に就ては阿部 (1940) の詳細な報告がある。然し乍らこれ等孵化後の幼生の，形態並びに習性等に関しては知られている所が甚だ少ない様である。筆者は山口県吉見沿岸並びに岡山県乙島に於いて採集した二三の種類につき観察した結果，若干の知見を得たので報告する。

研究に当り終始御指導を仰ぎ且本稿の御校閲を賜つた当所吉田裕博士並びに，文献その他多大の御支援を忝くした京都大学波部忠重氏に対し，深甚の謝意を捧げる次第である。

Order Pulmonata

Family Siphonariidae

Genus Siphonaria

Siphonaria japonica DONOVAN

本種の産卵期は阿部 (1940) によれば，浅虫では 5 ～ 8 月 (水温 13～23°Cの範囲) であるが，吉見では 2 ～ 5 月 (産卵中の水温 16～19°C) である。時期的には可成りのずれがあるが，両者の水温の平均値は略一致しているから産卵適水温のずれを反映した結果と認められる。Iran 湾の *S. sipho* (THORSON, 1940) は産卵時期水温が吉見の場合と殆ど一致し，その卵及幼生並びに孵化期間 (後述する) も本種に頗る類似している事は興味深い。

吉見で 5 月初旬の産卵終期には卵塊の大きさが盛期に比べ半分位に小さくなる事実は浅虫の産卵終期 8 月頃の観察と同様である。卵塊は潮間帯上部の潮溜中の岩面に粘着し，その円筒状寒天質(直径 3 ～ 5 mm, 長さ40～80mm)中にあつて直接卵を納めている卵嚢(0.23×0.18mm)は極く薄く之は浅虫の場合と同様である。然し乍ら筆者の観察した所ではこの外側を更に0.04～0.05mm位のやゝ厚い寒天質様の層が取囲んでいて，これが内側の卵嚢両長径側から出ている細糸と相俟つて直接卵(直径0.09mmで 1 つの卵塊中に14000～25000粒, 淡黄色)を含んでいる卵嚢相互の位置を確保しているものと認められる (第 1 図 a,b,b′)。卵嚢相互間の細糸の長さは常に約0.09mmである。この構造は Pulmonata 中 ***Peronia sp.*** (OSTERGAARD, 1950) のものに近似しているが細糸は管状でない点が異る。卵分割の状況も浅虫の場合と同様であるが，吉見では最初の分割が不等割の場合が屢々認められ，Opisthobranchiata 中の ***Tethys grandis*** (OSTERGAARD, 1950) でも同様の事例が報告されている。

孵化期間は11～18日普通14日 (13.5～19.4°C) で浅虫の場合より僅かに短い期間で孵化し，この孵化所要日数は月令と関係した大潮時期の間隔と一致している事を示し，阿部 (1940) の考察と合致する。

シャーレー中で孵化した veliger は二三日后から次第に水面に浮上し始めるものが続出し，

無数の veliger は夫々薄くて平滑な淡黄色の殻内の腔所にガスを貯蔵しており，顕微鏡下ではガスの部分が光を反射して恰も二重殻の様に見える。veliger は velum を幾分斜前に張り出して比較的長い纖毛を活潑に運動させ口辺部に水流を送り水面を動き廻つている。veliger はこの様な状態を半月以上も続けているが殻の成長は殆ど大差なく 0.19mm位に止つている。未だ水面上に浮び上らないで表層近くを游泳している veliger を細いピペットに吸い込み急に海水中に押し出すと之等は急に水面上に浮び上り，殻内にはガスが既に貯えられている。卵塊が産出されている静かな海岸の潮溜中の水面にも肉眼的に認められる程度の浮上した veliger の群団が屢々観察されたから，本種の幼生にとつてはこの現象は決して特異なものとは考えられない。

常に大洋を浮游生活する *Janthina* では足部から空胞を分泌して之で水面に吊懸すると云われている(LEBOUR, 1937)。*S. japonica*のガス分泌機構については不明であるが足部後端周辺に光線をよく反射する空胞状の構造が認められ（蓋を閉じている場合では殻口の内側周辺に位置している。第1図. c）。之が比較的大きな蓋の閉塞運動と相俟つて殻内に分泌されるのではないかと推測する。以後の変態は追究出来なかつたが内肉の分解してしまつた後でも殻内にはガスが残存していて相変らず群をなして浮泛しているのが観察された。

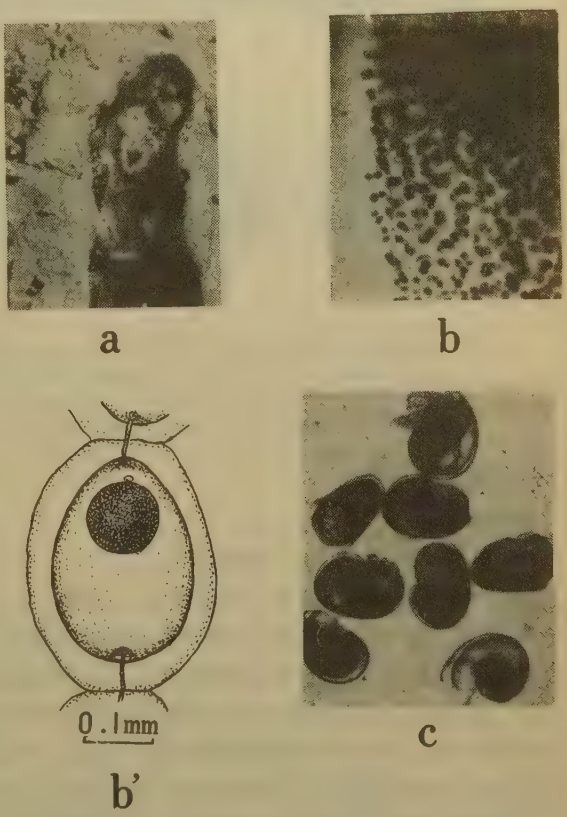


Fig. 1. *Siphonaria japonica* DONOVAN. a, Egg ribbons attached to rock in tide-pool ; b, b', magnified egg ribbon ; c, group of floating free-swimming veligers on water urface and gas of inside shells.

Order Opisthobranchiata
Family Tethyidae
Genus Tethys
Tethys parvula (MÖRCH)

本種の産卵期は普通早春と云われるが，1954年8月5日吉見に於て採集した。卵塊は潮間帯の岩上に親の傍らに細いレモン色の曲りくねつて積重なつた紐状として産出されていて，所謂海素麺と呼ばれるものである。卵紐の直径は 0.66mm で外側はやゝ厚い弾力ある壁皮で保護されており（第2図. a），この中には直径0.14～0.28mmの透明なパーチメント紙様の嚢がぎつしりつまつている。これらの嚢は強靱で互に密着しているが，個々に引離して見ると透明な細い糸が嚢の両端から出て相互を連繋している。卵色はレモン色で1嚢中に2～4個が存在する。最初の卵割の状態は不明であるが，核の明瞭に認められる2ケの大割球で（径約 0.4mm）の周りはやゝ透明な小分割球で取巻かれ更

にその外側には次第に薄い殻が生じて来る。この頃では未だ大割球は明瞭である（第2図，b，c）。充分発育した veliger は1嚢中2～4個で卵数との差は認められない様である。孵化した veliger の大きさは長径 0.11mm 短径 0.088mm 巾 0.068mmで，*S. japonica* と同様触角及眼は認められず velum の繊毛は比較的長い。足の基部両側に明らかな平衡器と比較的大きな膨がある。 veliger の殻は淡い橙黄色であるが殻軸部はやゝ濃い色を呈し，殻表には微かな皺が認められる。veliger の殻内にガスを分泌して水面上に浮上する現象が認められる事は *S. japonica* と同様である（第2図d）。

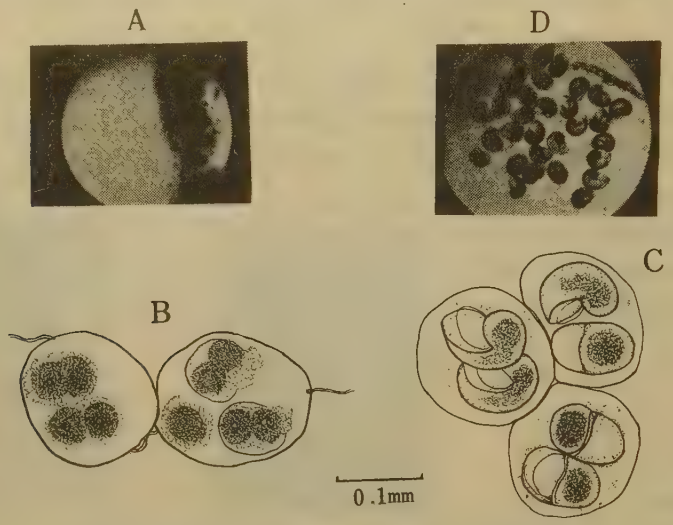


Fig. 2. ***Tethys parvura*** (MÖRCH). a, magnified egg filament ; b, fine filaments attached to egg capsules and embryos beginning of shell formation ; c, larval shells in egg capsules ; d, group of floating free-swimming veligers on water surface and gas of inside shells.

Family Atyidae

Genus Haloa

Haloa rotundata (A. ADAMS)

本種の卵は1954年9月8日岡山県乙島で採集した。産出された卵塊は親貝のいる干潮線の泥地，緑藻の生えている附近に比較的多数認められる。卵は円筒状の至極透明な寒天質中に含まれ，この卵塊の一端は地面に接着している。卵塊は巾7mm長さ約60mmで寒天質は *S. japonica* より遙かに透明柔弱で千切れ易い。卵塊中の卵嚢も透明で，径約 0.17mmの球形に近い形で各1ケ宛の鮮かな黄色の卵を包含している。これらの卵嚢はコイル状となつて寒天質中に排列しているが，各々は細糸によつて連結されずこの卵塊構造は同科の ***Haminoea crocata*** (OSTERGAARD 1950) と略同様で大きさが僅かに大きい（第3図a，b）。受精卵の発生経過の詳細は観察出来なかつたが同一の卵塊中の個々の卵の発育段階には大した相違がなく，分割途中のホルマリン固定標本では3つの明瞭な大割球と1つの不明瞭な大割球があり（第3図c）この不明瞭な大割球の認められない卵では，明瞭な3つの大割球を取り巻く小割球が明かに認められる（第3図，d）。大割球の分割形式は，*S. japonica* で4つの明瞭な大割球が幼殻の形成された後でも認められた点とやゝ異つている。薄い殻が植物極側から出来始める頃迄は，

動物極側には未だ極体が残つている(第3図, e)。卵が産出されて孵化する迄の所要日数は究められなかつたが薄い殻の出来はじめる頃から5日目に孵化した(第3図, f)。幼生が孵出する時には寒天質の原形はくづれて来る。孵化直後の veliger は長径0.14mm 短径0.097mm 巾0.1mm, 腹面からの形はやゝ円形に近い。前記2種と同様触角及眼を缺き大きな膈と明らかな平衡器があり, 殻は略平滑で淡黄色を呈する。殻内にガスを分泌して水面上に浮び出る習性も又前2種と同様である(第3図, g)。

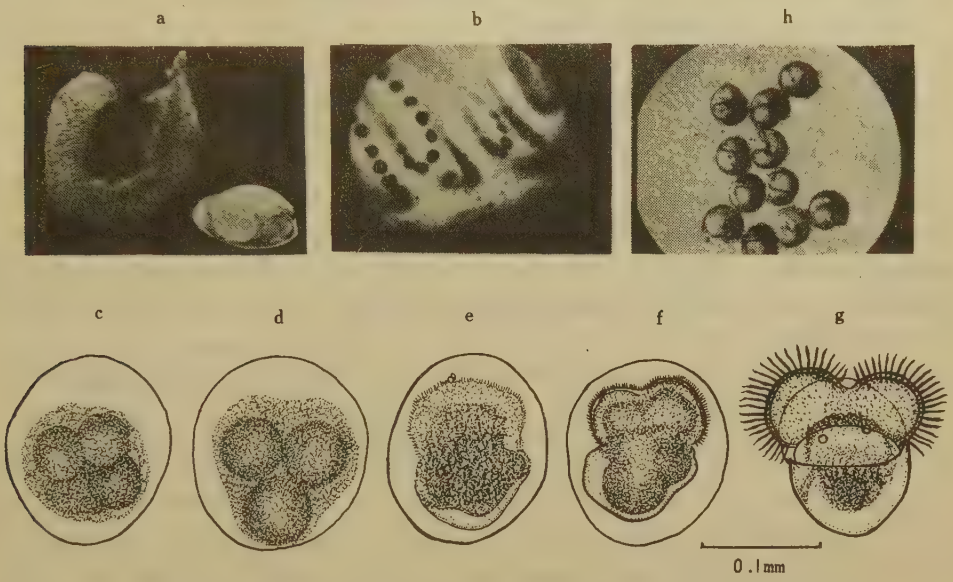


Fig. 3. ***Haloa rotundata*** (A. ADAMS). a, Egg ribbon and parent; b, magnified egg ribbon; c, d, cleavage stages; e, embryo showing rudiment of shell; f, early veliger; g, free-swimming veliger larva; h, group of floating free-swimming veligers on water surface and gas of inside shells.

考　　察

上記3種は何れも親貝が極く薄い殻をもち, 寒天質の円筒乃至は紐状の卵塊を産出する点は類似している。又海産腹足類中その veliger は小型で薄い殻と比較的大きい膈, 繊毛の長い velum 及び明らかな平衡器を有ち, 触角, 眼を缺く等共通した点が多く, 成体は一般に暖海の潮間帯に棲息するが, 局地的にこれらが大きな群衆を形成する事は先づない。又貝類中でもその種の個体数は少いものの例に属する様であるが, 分布範囲は極めて広範囲に亘つている。OSTERGAARD (1950) は広大な太平洋の中に孤立する Hawaii 諸島の海産腹足類が発生分布し始める様になつた原因について, これらの軟体動物が Micronesia から長途潮流によつて運ばれたものであろうと推定し, 同諸島の海産腹足類が長い浮游幼生期間を持つている点を指摘した。一方我が国に於ては吉田 (1953) は二枚貝 ***Solen gouldi*** の稚仔が自らの形態を利用して浮泛性に富む事を観察し, 筆者 (1954) も腹足類 ***Pyrene misera*** の稚仔期のものが足部から粘液物質を分泌して浮泛する事を認めている。

本結果で邦産3種類の海産腹足類は発育初期の veliger 期に於いて, 薄い殻内にガスを分泌

して長期間水面に浮び出て生活を続ける。この習性は広大な大洋を長途洄游するに有利であり，ひいては種族の分布伝播に当つて有効な方法となるものと推測される。

引 用 文 献

ABE, N.: 1940. The Homing, Spawning and Other Habits of a Limpet, Siphonaria japonica DONOVAN. Sci. Rep. TŌHOKU Imp. Univ. 4th Ser., Biol., **15** (1), pp. 59—95.

網尾 勝：1954. 海産腹足類 Pyrenidae (Columbellidae) の卵嚢並びに初期生活史に就いて（1954年日本水産学会秋季中国四国大会にて発表）

馬場菊太郎：1953. 日本動物図鑑.

波部 忠重：1952. 日本貝類図録, No.**20**, pp. 137—152.

KURODA, T. and HABE, T.: 1952. Check List and Bibliography of the Recent Marine Mollusca of Japan pp. 1—210.

LEBOUR, V. M.: 1937. The Eggs and Larvae of the British Prosobranchs with special Reference to those Living in the Plankton. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom, Jour. **22**, pp. 105—166.

OSTERGAARD, J. M.: 1950. Spawning and Development of Some Hawaiian Marine Gastropods. Pacific Science. **4** (2), pp. 75—115.

THORSON, G: 1940. Studies on the Egg mass and Larval Development of Gastropoda from the Iranian Gulf. Dan. Sci. Inv. Iran. Pat. II. pp. 159—238.

吉田 裕：1953. 浅海産有用二枚貝の稚仔の研究，水産講習所報告，**3** (1), pp. 1—106.

マフノリ及びフクロフノリの胞子放出について(I)※

松井敏夫・安田　力

On the Shedding of the Spores of *Gloiopeltis tenax* (TURN.) J. AG. and *G. furcata* POST. et RUPR. (I).

Toshio MATSUI and Tikara YASUDA

On the shedding of the spores in *Gloiopeltis* no notable work has been published except the studies of SUTO (1949a, 1949b and 1950). The results obtained in the present experiment, which considerably differ from the works of SUTO, are summarized as follows:

(1) Carpospores are almost similar to tetraspores so far as the authors' observation on the shedding goes.

(2) So far as shedding of the spores is concerned, it seems that emersion is not always necessary because the shedding occurs periodically once a day almost at a definite time(Fig. 1 and 2) in the experiments without emersion.

(3) The shedding period of *G. furcata* tends to vary slightly with tide, but that of *G. tenax* seems to be not influenced by tide (Fig. 2).

(4) In the spring tide the shedding amount shows a great increase and then becomes very little in the neap tide (Fig. 3).

(5) The shedding amount at the time when fronds are immersed in sea water after being dried has relation to the shedding period. If fronds are dried within the shedding time, they shed a great deal of the spores. By the drying beyond the shedding time, however, the amount of the shed spores decreases greatly. And though the fronds are dried twice or more in a day, they shed the spores only once a day (Fig. 4).

緒　　言

フノリ胞子の放出について須藤[2),3)]は「干出後の上潮時，フノリの生育層に波がかゝり始める時に放出される」とし，干出中の藻体を海水に浸すことによつて人為的に所謂「タネマキ」が出来ると報告している。しかし筆者の一人松井が偶々他の実験に使用するフクロフノリの胞子を採取するために，之に做つて附近の外海に面した岩礁で藻体を午後の干出時の上潮直前に採取して海水に浸したが，その直後は全然放出されず，翌朝多量放出されているのを見た。

※ 水産講習所研究業績　第146号.

そこで筆者等は干出がなくても放出は週期的に起るのではないかと考え，1）海水に浸つた状態での放出時刻，2）放出時刻・量と潮汐との関係，3）放出に及ぼす干出の影響等について，1954年4月末から7月初めまで当所に於いて実験を行い，若干の新知見を得たので報告する。

材料・実験方法並びに結果

材料は吉見地先の外海に面した岩礁のマフノリ並びにフクロフノリの果胞子又は四分胞子を有する個体を用いた。

実験の目的に応じて浸水時或は干出時に略一定の場所で材料を採取し，採取前の状態を保つて速やかに実験室に持帰り，直ちに実験に供した。放出量の定量法は次の通りである。底に正方形の硝子板を敷いた容器（直径5 cm，高さ6 cm）に清浄な海水を満し，1個体ずつ材料を浮べて静置し，一定時間毎に容器を順次換えて行き之を24～48時間続行した。その間水温が自然の海水温とあまり違わない様に水道水を流して略一定の温度（18°～22°C）に保つた。母藻を取上げてから約2時間後に底に敷いた硝子板を取上げ，前にテングサ胞子の放出[5]について報じた帯状法によつて着生胞子を数え，放出量の比較値とした。之を爾後放出比数とし，24時間の放出比数の合計を100%とした値を放出百分比として示した。

1．海水に浸つた状態での放出時刻

材料は出来るだけ浸水時に採取することに努めたが，止むを得ず干出時に採取した場合には2日間実験を続行した。幸いフノリは2日間続行しても活力を失わない様であつた。

フクロフノリの果胞子36回，四分胞子22回，マフノリの果胞子9回，四分胞子29回の平均放出率の日変化を第1図に示す。なお第3図A，Fは個々の実験の1例である。之等によればフ

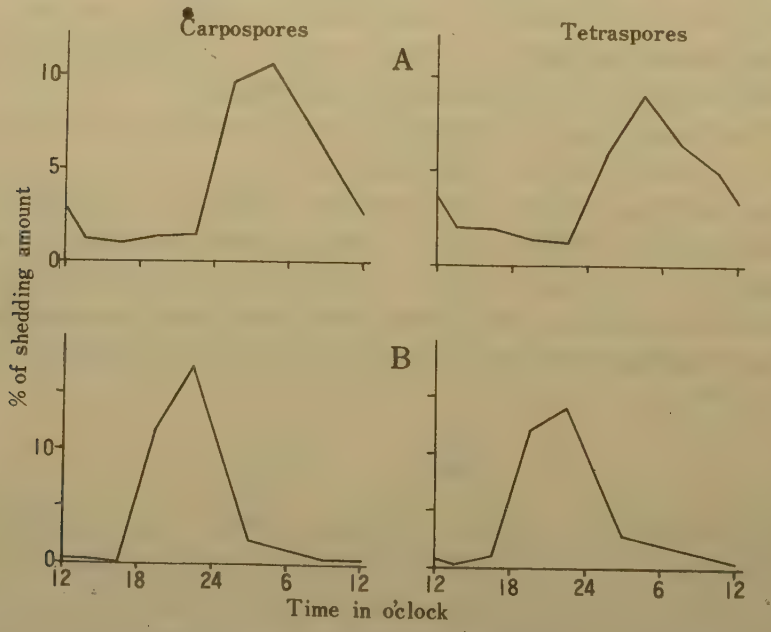


Fig. 1. Change of the shedding amount of the spores in a day, in the average of the amount in all experiments. A, *G. furcata*; B, *G. tenax*.

クロフノリ，マフノリの胞子放出には共に日週期がある。即ち一日に1度特に放出が盛んな時

刻（フクロフノリ0～12時，マフノリ18～24時）があつて他の時刻には放出量は甚だ少い。又果胞子と四分胞子では殆んど同じである。干出時に採取して海水に浸した時に多量放出されてもその翌日には略一定の時刻に多量放出され，前日の放出時刻には左右されない様であつた。

2．潮汐の大週期と放出時刻・量との関係

放出時刻： 前項放出時刻はマフノリに於いては極めて狭いが，フクロフノリでは相当変化がある。そこで放出時刻は潮汐の変動と何等かの関係があるのではないかと考えて前項の実験結果より第2図を作成した。之に依ればフクロフノリの放出時刻は上潮時であることが多く，

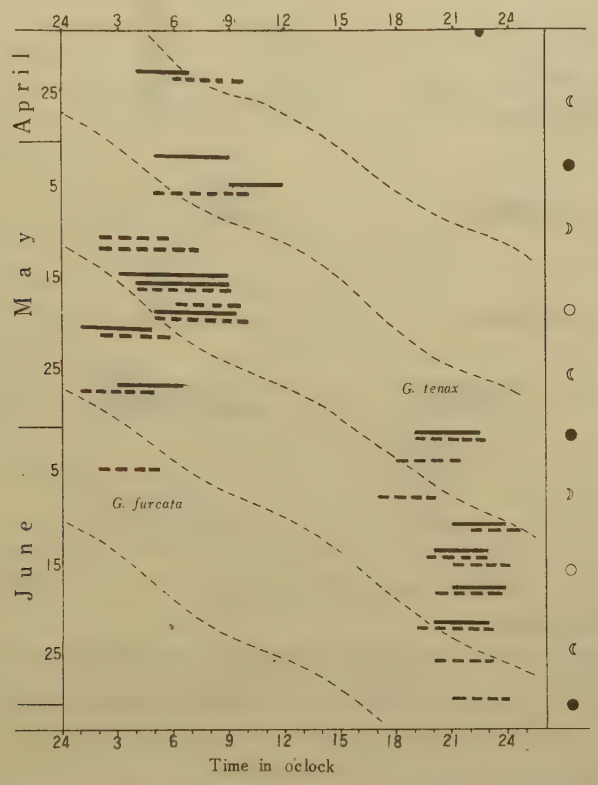


Fig. 2. Relation between the shedding periods and tides.
——, carpospores; ·····, tetraspores; ·····, low tide.

潮汐の大週期と幾分関連があるらしい。之に対してマフノリでは放出時刻は余程固定的で潮汐と何等関連がないらしい。なお両種とも時期による変化はない様である。

放出量： 材料を干出時に採取した場合は翌日の放出量によつた。なお1回に5～6個体の材料を用い，各個体毎に一日の放出比数の合計を求め，材料の重量（フクロフノリでは2日蔭干，マフノリでは生鮮水切り）を秤り，10mg 当りの値に換算した。放出量の多い時には各個体の値に可成りの差があるけれども，検定の結果各群の間に有意な差（危険率5％）が認められた。各群の平均の変動と月令との関係を第3図に示す．之に依れば何れも大潮前後には放出量は非常に多く，小潮前後には甚だ少い。なお果胞子では小潮頃にも相当放出される場合がフクロフノリで14例の中2例，マフノリで5例の中1例見られたが，四分胞子に於いては両種と

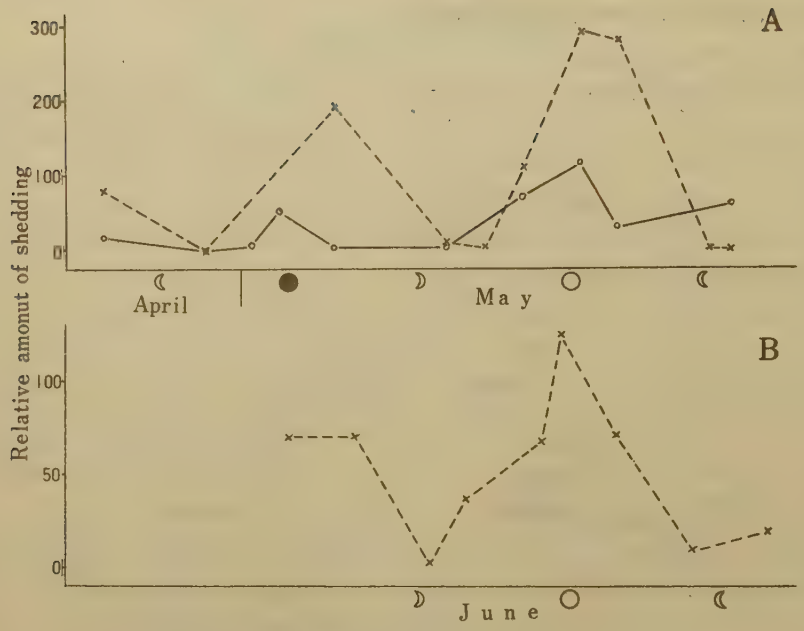


Fig. 3. Relation between the shedding amount and tides.
A, *G. furcata*; B, *G. tenax*; ○——○ carpospores; ×·····× tetraspores.

もこの様な個体は見られず，大潮前後と小潮前後では放出量の差が極めて著しかつた。

3．放出に及ぼす干出の影響

1個体を切断して数個に分け，1つを海水に浸した儘の状態で対照区とし，他を種々の時刻に干出状態におき海水に浸して放出量を測定した。干出時は屋外（従つて昼間は天日下）におき，干出時間は自然の生育帯の干出時間を考慮して，フクロフノリで4～6時間，マフノリで3～4時間とし，実験毎に一定にした。

マフノリ四分胞子の実験結果の1例を第4図に示した。之に依つて以下の事実を知ることが出来た。

a） 藻体を干出させて，放出時刻に入る1時間位前から放出の最も盛んな時刻迄の間に海水に戻すと，その直後の短時間に多量の胞子が放出される（第4図B，C）。

b） 放出時刻中に干出させても多量の胞子が放出される（同D）。

c） 放出時刻の終り頃から，又は放出が終つてから干出させた場合には胞子は殆んど放出されない（同E）。

d） 自然の干出時刻に一致させて，又は無関係に一日2回或はそれ以上干出状態においてもa）～c）の結果と同様で，胞子は放出時刻頃の1回に多量放出されて他は放出されない（同C，G）。

なおフクロフノリ四分胞子についても大体同様な結果が得られたがなお検討を要する。

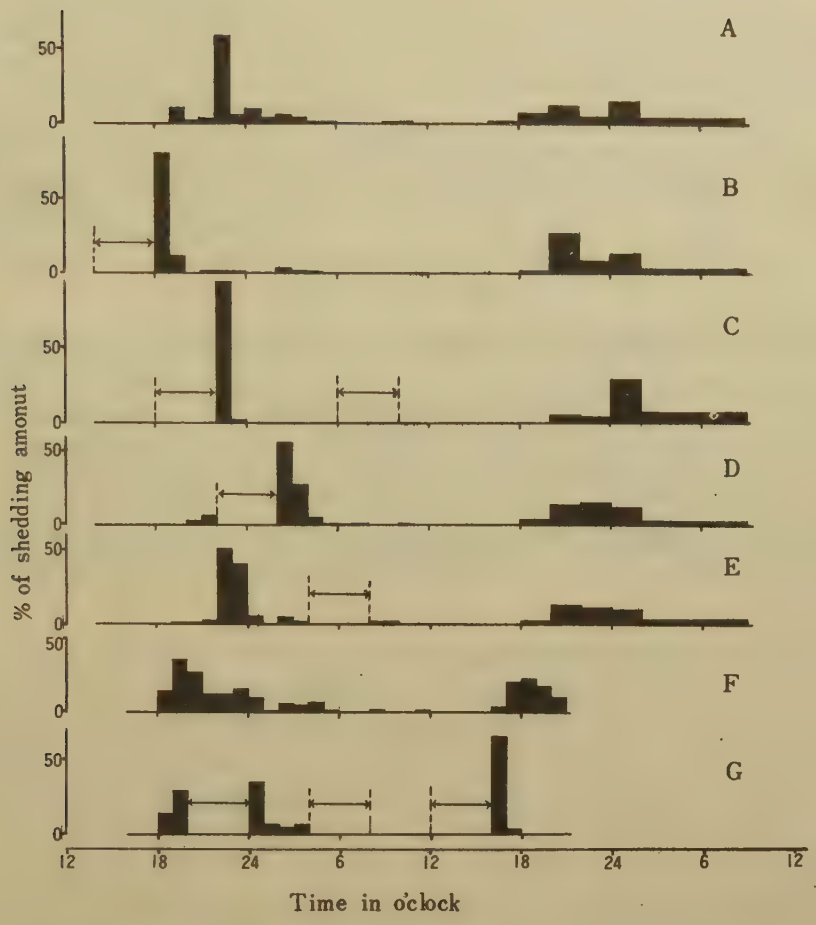


Fig. 4. Change of the shedding affected by drying in *G. tenax*.
A—E, Group I; F—G, Group II. A and F are control experiments respectively.
←——→ drying hours.

考　　察

フノリの胞子放出に関する報告としては須藤[2),3),4)]の外には顕著なものは見当らない。以下須藤の報告と筆者等の実験結果を対比して考察を進める。須藤[2),3)]は「干出後の上潮時，フノリの生育層に波が寄せては返す時期に放出される」と述べているが，筆者等の実験結果から云えば少くとも胞子放出にとつては干出は必要な条件とは認められず，干出しなくても一日1度略定つた数時間内に顕著な放出が起る。なおフクロフノリではその時刻は或範囲内に於いて潮汐に伴つて変化する傾向があるらしいが，マフノリでは潮汐と無関係である。上記須藤の報告をその儘解釈すれば，上潮時は普通の場合一日に2回ある故放出も2回あると考えられるが，マフノリでは午後より夜半，フクロフノリでは夜半より正午近くまでの間に起る上潮時の1回に限られる。しかし須藤も上潮の度に必ず放出が起ると記してはいないのであつて，別の報告[4)]に「放出週期は干満帯に生ずる海藻では潮汐に関係した1日（ハバノリ，フノリ）…」

と述べている所から見ると，少くとも同一の藻体が一日2回の上潮時の度に放出するとは見ていない様である。

しかし乍ら，干出は放出時刻に全く影響しないのではない。放出最盛時刻中又は少し前に干出させるとその直後の短時間に多量放出され，放出最盛時刻を或範囲内で前後にずらす作用がある。しかし干出させる時刻が放出最盛時刻より離れるにつれてその直後の放出量が著減することから見て，干出はその日に放出される胞子の量を変化させるものではなく，或範囲内で放出を誘発したり，抑制したりする程度のものであろう。以上から干出は胞子放出を誘発，抑制する為一日の1回の干出後は多量の胞子を放出する事が多いが，干出すれば必ず放出が起るわけではない。

一般に海藻胞子の週期的放出について須藤[4]は「この様な週期は第一期に胞子成熟の週期性に，次に胞子放出条件の週期性に基いており，干満帯に生育する海藻では主に外囲条件の週期性（潮汐）に支配される」とし，フノリの場合の放出条件として潮汐に伴う現象（乾燥後海水に浸ること）を挙げている。しかしフノリの干出後の浸水は放出に影響はするが，これは放出週期を多少とも乱す条件であつて週期性の原因に数えることは適当でないと思う。そして胞子成熟の週期性が恐らく週期的放出の主因であると見られるが，これには種々の外的，内的条件が影響するのであろうから，これのみが週期的放出を決定していると見てよいかどうか今の所不明である。

自然状態に於ける放出は大体大潮時にはフクロフノリは夜半より正午近くまでの，マフノリでは正午過ぎより夜半までの間に起る干出が各々の放出時刻と一致するので，須藤の報じた通りその上潮時に起るが，小潮頃には放出は満潮時頃に起り又放出量も少いので上潮時には放出されないと思われる。須藤のフノリ胞子の浮游・着生に関する報告から見れば，上潮時の放出の方が胞子の撒布，着生に有利であると見られるが，之は大潮時に放出量が多く，小潮時に少いことと考え併せて非常に合理的であると思う。しかし放出量の週期的変化の原因については今の所推論できないでいる。

本実験は1954年に吉見に於いて実施しただけであるから，放出が地方によつて，又年によつて異るかどうかは不明であるが，何れにしても各地方で放出状態を摑むことが出来れば増殖上は勿論放出誘因の探究の上に資する所があるに違いない。

以上からフノリの種まきを実施するに当つては（1）海水に浸つた状態での放出最盛時刻を捉えて，上潮時に多量の胞子を得ることが出来る干出時刻，従つて時期を予知すること，（2）なるべく大潮時に行い小潮時には実施しないことが必要であると思う。

今回の実験は初年度のこととて実験方法にも改良の余地があり，又実験はあまり計画的ではなかつたので，今後より精しく且つ系統的に追究したいと思つている。

摘　要

マフノリ及びフクロフノリの海水に浸つた状態での放出時刻，潮汐の大週期と放出時刻・量との関係及び放出に及ぼす干出の影響について室内で実験を行つた。

1．海水に浸つて干出しない状態でも胞子は放出され，毎日略一定した数時間の放出時刻をもつ日週期がある。

2．放出時刻はフクロフノリでは潮汐に伴つて僅か乍ら変化する傾向がみられたが，マフノリは潮汐と無関係で略一定しており，又両種とも時期による変化はない様である。放出量は大

潮時に多く小潮時に少く，この傾向は両種とも四分胞子に於いて著しい様である。

3．干出状態においた後の放出量は放出時刻と関係がある。即ち藻体を干出させて放出時刻中に海水に浸すと，その直後に多量の胞子が放出されるが，放出時刻の終り頃から，又は放出が終つてから干出させても胞子は放出されない。

なお両種とも果胞子と四分胞子とで大体同様な結果を得た。

終りに当り本論文を御校閲下された九州大学瀬川宗吉博士並びに終始懇篤なる御指導を賜つた本所片田実助教授に厚く御礼申し上げる。

文　　献

1）須藤俊造：1948．フノリの paraspore に就いて（海藻胞子附けの研究第三報），日水会誌，**14**（2），87～89．

2）————：1949a．フノリの胞子の放出．浮游及び着生（同第四報），日水会誌，**14**（4），184～188．

3）————：1949b．マフノリの「タネマキ」の研究（同第5報），日水会誌，**15**（5），226～228，

4）————：1950．海藻の胞子の放出・散布及び着生に関する研究（同第8報），日水会誌，**16**（1），1～9．

5）片田実・松井敏夫外3：1953．テングサの増殖に関する研究—V．マクサの胞子放出について（1），日水会誌，**19**（4），471～473．

A New Trial of Measuring the Habitat of the Seaweeds Quantitatively.※

By

Takerow SATOW

Introduction

We have never heard up to date that any trial was made to measure quantitatively the habitat pattern of the seaweeds.

The author and others adopted the following method for such purpose when they carried out the surveys on the seaweeds in the Nomo and Nishisonogi peninsulas near Nagasaki during a period from June to August, 1949.

This method is a modification of usual photogrammetry, only the horizontal plane method of which S. Ishiguro, Nagasaki Marine Observatory, the author and others have applied in measuring current conditions at the Hirato and Inoura Straits.* In the survey of seaweeds it is necessary to follow both plane and vertical methods so as to measure the dimensions of those habitats.

The author wishes to report mainly the apparatus, principle of measuring method, procedure of analysis and some considerations on this method with some supplements of actual surveys, because the detail of biological results of those surveys will be reported later by other investigators.

Apparatus

As shown in Fig. 1, a pin-hole-camera of a large type is so fixed on a common transit that the principal axis of the former lies as parallel and close as possible to that of the lens of the latter by adjusting the position of a duralumin plate attached to a wooden plate about 8 mm thick on which the camera is fixed. The whole body of the camera with its accessaries is mounted on the telescope of the transit.

Next, a transparent glass plate is inserted in the place of the dryplate, and a piece of tracing paper is passed through the

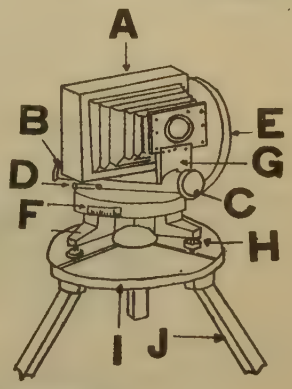


Fig. 1. Transit-camera.
Remarks : A ; camera, B ; telescope of transit, C ; lens of transit, D ; subsidiary telescope of transit, E ; graduator of depression angle of transit, F ; graduator of azimuth of transit, G ; supporter to camera, H ; adjusting screw, I ; top board of tripod, J ; tripod.

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 147.
* These were presented at the Conversazione of Nagasaki Marine Observatory.

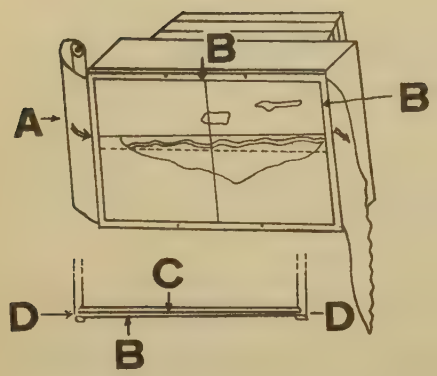


Fig. 2. Showing the tracing side of camera.
Remarks : A : tracing paper, B ; frame made of duralumin, C ; glass plate, D ; slit for inserting tracing paper.

narrow space between this plate and the frame fixed on it. We thus intended to get the upside-down real image of actual sight on this tracing paper (Fig. 2).

If the object to be traced were in a state of rest, common photograph plate or film would be permitted to be used, nevertheless in case of plate there are many technical difficulties in analysis, and film has to undergo subsequent enlargement. So usually it is recommended to use above-mentioned tracing paper.

Principle

At first let MM′ and O denote the base surface (horizontal) and the centre of camera-lens respectively. Usually MM′ is determined to coincide with the mean sea level or sea surface at the time of observation. Though the centres of the transit-lens and the camera-lens seldom coincide with each other it may be permitted to neglect this uncoincidence as the distance between both positions is too small to compare with the distance between the camera-lens and the standard surface or the object.

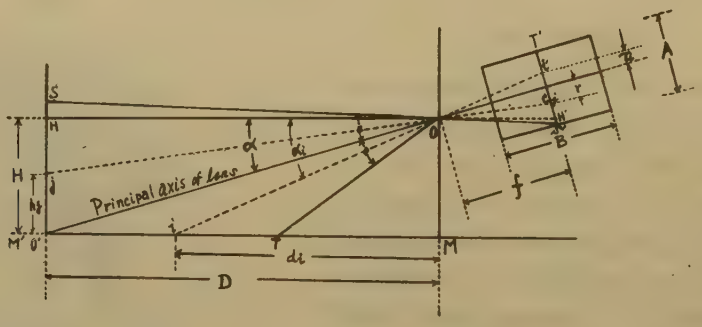


Fig. 3. Principle of the transit-camera (1).
Remarks : H ; height of lens above the standard surface,
D ; distance between lens and point of the principal axis of lens intersecting with the standard surface,
f ; focal length of camera-lens,
A ; vertical width of the tracing plane,
B ; horizontal width of the tracing plane,
C ; centre of the tracing plane,
O ; camera-lens,
$\overline{OS}$, $\overline{CT}$; upper and lower limits of the tracing plane.

Let O′ denote a point where the principal axis of camera-lens, OO′, intersects with the standard surface, and the projected point intersecting lines produced by a

horizontal plane through a point O and a plane perpendicular to plane OMO′ through O′ point, is called H. Then OC=f=focal distance of the camera-lens and A and B are the height and the width of the plate respectively.

Let

$$\overline{OM}=H,\ \overline{MO'}=D \text{ and } \angle TOS=2\theta,$$

θ is half of the angle of aperture. Therefore

$$\tan\theta = A/2f=\overline{OM}/\overline{OS'}=(H+\delta)/D.$$

And if $\angle HOH'=\alpha$,

$$\tan\alpha=\overline{OM}/\overline{OH}=H/D=\overline{CH'}/\overline{OC}=\tau/f.$$

Accordingly we obtain

$$D=fH/\tau. \qquad (1)$$

i) Plane method :

We put arbitrary points 1, 2, 3 —— on $\overline{MO'}$ one point i of which makes a corresponding point image on the plate, and we call it i′. If $\overline{iM}=d_i$,

$$\overline{i'C}=\tau_i,$$

$$\overline{i'C}/\overline{OC}=\tau_i/f=\tan(\alpha_i-\alpha)$$

$$=(-\sin\alpha+H\cos\alpha/d_i)/(\cos\alpha+H\sin\alpha/d_i).$$

$(\because\ H/d_i=\tan\alpha_i)$.

So

$$d_i=(f\cos\alpha-\tau_i\sin\alpha)H/(f\sin\alpha+\tau_i\cos\alpha), \qquad (2)$$

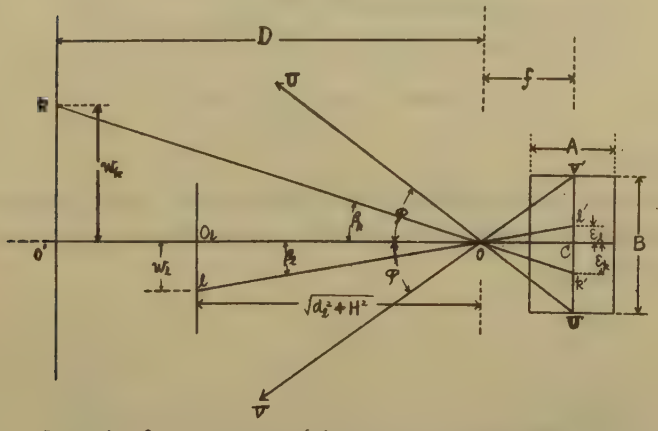


Fig. 4. Principle of transit-camera (2).
Remarks : U, V; right and left limits of the field of view,
ϕ ; half aperture, β_k,β_l ; horizontal angles of k and l measured from the principal axis of lens, w_k, w_l ; horizontal distances perpendicular to the principal axis of lens.

And we put arbitrary points 1′,2′,3′ ——on $\overline{UV}$, a intersection formed by the standard surface and the plane through O′ perpendicular to $\overline{MO'}$, and let k′ denote an image point on the plate by a point k of those points on $\overline{UV}$. Let(Fig. 4),

$$\overline{O'k}=w_k,\quad \overline{Ck}=\varepsilon_k.$$

Then

$$\overline{OO'} = \sqrt{D^2 + H^2},$$

so

$$w_k = \overline{O'k} = \overline{OO'} \times \varepsilon_k / f$$
$$= (\varepsilon_k \sqrt{H^2 + D^2})/f. \qquad (3)$$
$$(\because \triangle OO'k \infty \triangle OC'k).$$

Consequently we can calculate a distance between the origin and an arbitrary point on $\overline{OO'}$, determining the position of O′ from equation (1) and using equations (2) and (3) after that (Fig. 5).

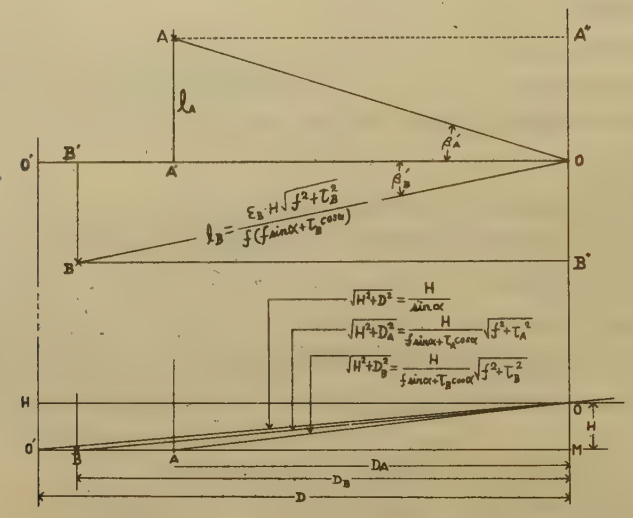


Fig. 5. Principle of the transit-camera (3).

ii) Vertical method :

As a special case we put an arbitrary point j on a plane perpendicular to the plane OMO′ through O′ in Fig. 3 and let j′ denote the image point of j on the plate. If we set (Fig. 6)

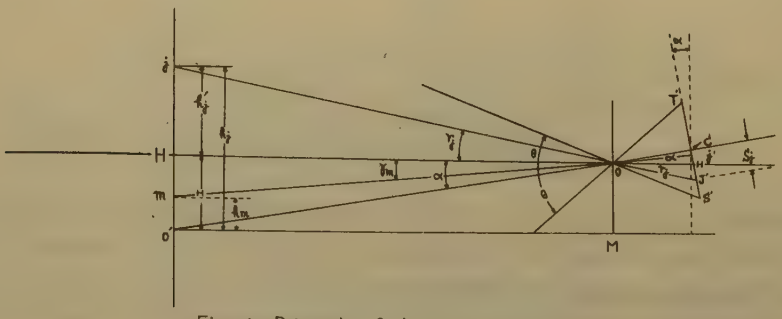


Fig. 6. Principle of the transit-camera (4).

$$\overline{Hj}=h_j \ ; \ \angle HOj=\gamma_j,$$

we obtain

$$\overline{Oj'}=\overline{O'H}+\overline{Hj}=H+h_j, \qquad (4')$$

and

$$\overline{Cj'}=\overline{CO}\times\tan(\alpha+\gamma_j). \qquad (4'')$$

Yet

$$h_j=\overline{OH}\tan\gamma_j=D\tan\gamma_j, \qquad (4''')$$

so we obtain

$$h_j=D\tan\gamma_j=D(\sin\alpha-\xi_j\cos\alpha)/(\xi_j\sin\alpha-\cos\alpha), \qquad (4)$$

substituting

$$\tan\gamma_j=(\sin\gamma-\xi_j\cos\alpha)/(\xi_j\sin\alpha-\cos\alpha)$$

into $(4''')$, where $\overline{Cj}=\xi_j$ from equations $(4'')$ and $(4''')$. Therefore,

$$\overline{O'j}=H+D(\sin\alpha-\xi_j\cos\alpha)/(\xi_j\sin\alpha-\cos\alpha)$$
$$=H\{1+f(\sin\alpha-\xi_j\cos\alpha)/\tau(\xi_j\sin\alpha-\cos\alpha)$$

gives a height of an arbitrary point above the standard horizontal surface.

In general case, we must at first seek A′, a position of vertical projection of an arbitrary point A. It becomes as follow;

$$(a) \qquad d_A=H\frac{f\cos\alpha-\tau_A\sin\alpha}{f\sin\alpha+\tau_A\cos\alpha}$$

And if we denote the projected position of point A on a line perpendicular to the plane OA′M through A′,

$$(b) \qquad \overline{A'A''}=\ell_A=\frac{\varepsilon_A\cdot H}{f(f\sin\alpha+\tau_A\cos\alpha)}\cdot\sqrt{f^2+\tau_A{}^2}.$$

Finally the height of A above the standard plane becomes

$$h_A=H+h'$$
$$=H+D_A\frac{f\sin\alpha-\xi_A\cos\alpha}{\xi_A\sin\alpha+f\cos\alpha}$$
$$=H+\left\{1+\frac{f\cos\alpha-\tau_A\sin\alpha}{f\sin\alpha+\tau_A\cos\alpha}\cdot\frac{f\sin\alpha-\xi_A\cos\alpha}{\xi_A\sin\alpha+f\cos\alpha}\right\}.$$

As above, we can determine the position of an arbitrary point on traced record

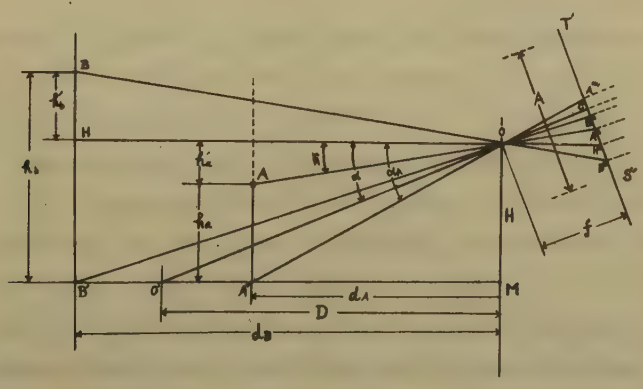


Fig. 7. Principle of the transit-camera (5).

by the vertical method.

Method of Analysis

It is convenient to use the graphic method of analysis to diminish the trouble of calculation. So we set x—y coordinate with the origin O on a sheet of section paper of a large type and divide both axes into intervals of a unit of m, where x and y are horizontal and vertical axes respectively. Next, we draw a quadrant with a radius equivalent to the focal distance of the camera-lens f around the point O (Fig. 8).

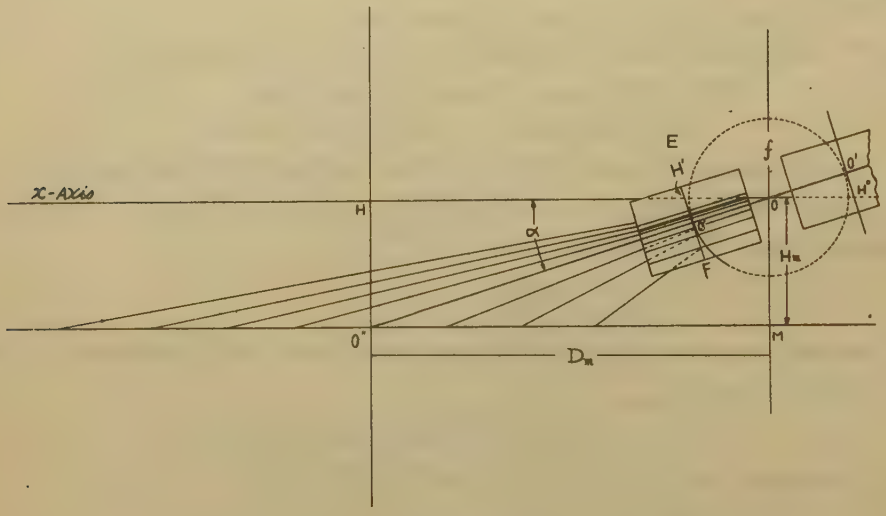


Fig. 8. a. Principle of analysis (1).
Remarks : f ; focal length of camera-lens (real magnitude, cm),
D ; horizontal length (reduced scale,m),
H ; height of camera (reduced scale,m),
α ; angle of depression,
H' ; height of eye.

i) Plane method of analysis :

First we mark the position of principal axis of lens (C in figures mentioned above) on a record paper, through which horizontal and vertical lines are drawn, and estimate the value of D (in m) from H and the angle of depression α.

In Fig. 8, let O'' denote the intersection of a line, having an angle α with $\overline{Ox}$-axis, with the quadrant having a radius f, and let x-axis intersect at H' with the tangent to this quadrant at O'', then O''H shows a length (on the record paper) equivalent to the height H of the camera. Accordingly we put the centre O' of the record paper on H' of the analysis paper and coincide the horizontal line of the record paper (H. L.) on the $\overline{Ox}$-axis of the latter, and transcribe the position of O'' point on the vertical line (V. L.) of the record paper, then H' is a horizontal line

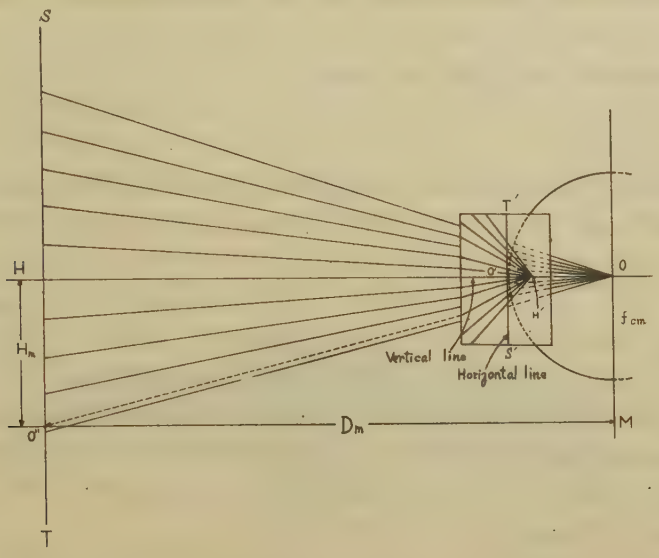


Fig. 8, b. Principle of analysis (2).

Remark : $\overline{ST}$ is a horizontal line perpendicular to $\overline{OH}$ at H.

through the centre of the camera-lens.*

Next, let $\overline{OO''}$ intersect at O′ point with a line parallel to x-axis at a distance

---

* For reading of the height of camera from the record paper, it is convenient to use such a plane scale as shown in Fig. 19. This transparent paper has the same dimension as the photographic plate and various angles are marked on it according to the focal distance f of the camera-lens. Now we put this scale paper on the record paper so as V. L. and H. L. of this paper are superimposed on them of the record paper. If we mark α, which is put on the record paper in case of image point stood normally, on the upper side of H. L. then the intersecting point of V. L. and H. L., then the point on which α lies shows a demanded image point on the record paper corresponding to the height of camera.

Also this paper scale may be used for test.

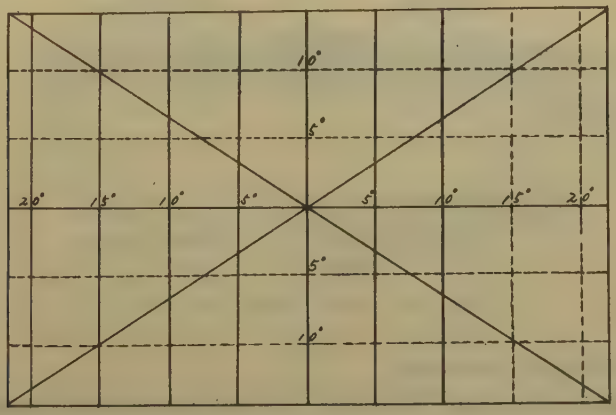


Fig. 19. (The reader is referred to the text for full account of the relation shown in this figure).

of H from O point, and mark the foot of the perpendicular to x-axis from O′, then

$$\overline{OH} = \overline{O'H} / \tan \angle HOC' = H \tan \alpha.$$

Therefore we obtain

$$\overline{OH} = D.$$

And we put the record paper on the analysis paper inversely so that the point O′ of the former coincides with O″ of the latter and V. L. of the former agrees with a tangential $\overline{EF}$ of that quadrant at O″. If we draw lines parallel to H. L. through the intersecting points of V. L. on the record paper with lines connecting the O point with points corresponding to several distances on $\overline{MO'}$, then those lines are equivalent to the above-mentioned distances on the projected line drawn on the standard surface by the principal axis of the camera-lens.

And, we superimpose the point O′ of the record paper on the H′ point of the analysis paper so that V. L. fall on x-axis and the upper part of the record paper lies on the same side as O.

Radical lines, connecting the point H′ on the record paper with cross points where H. L. on the record paper intersects with lines which connect the point O with points that represent distances on the line HO′, show the lines that afford us the distances frow the horizontally projected line of the principal axis of the camera. By two groups of these radical lines the record paper is divided into many squares. For example, a point B on the record paper lies at the point (40cm, 2.5cm left) to the centre of the camera-lens. Here notice that f is measured in real scale and D and H are measured in an optional reduced scale (Figs. 8-a and b). Fig. 9 shows an example of the record paper analysed by such method.

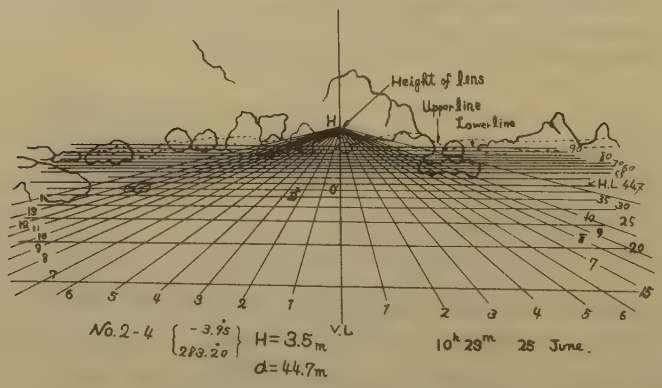


Fig. 9. An example of plane analysis.

ii) Vertical method of analysis :

Here we consider that this "vertical" method reveals the state in a vertical plane at an arbitrary point on the record paper as already written.

First, by the same operation as the plane method of analysis, we draw a horizontal line perpendicular to the principal axis of the camera at the specified point after obtaining V. L., H. L. and D. As Fig. 8-b, we draw perpendiculars to H. L. at points which stand at equal intervals from the origin on the horizontal line (Fig. 11-b). Next, we put the record paper on the analysis paper, by which the point O″ of the record paper coincides with the point O″ of the analysis paper and H. L. of the record paper is superimposed on $\overline{OO'}$ and H′ (height of lens) of

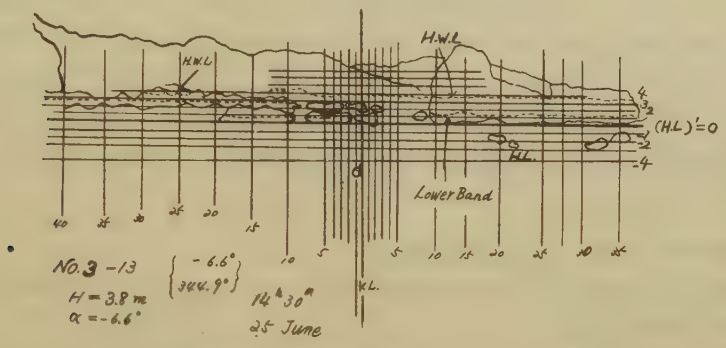


Fig. 10. An example of vertical analysis.
Remark : A and B correspond to the habitat of Barnacle and the habitat containing many species respectively.

the record paper lies on $\overline{OH}$, as shown in Fig. 11. If we draw lines perpendicular to V. L. through intersecting points which are made by V. L. of the record paper and lines connecting point O and points marked with equi-distance each other on a perpendicular to $\overline{OH}$ at an arbitrary point P, these lines show the heights of objects at point P. Therefore, from Figs.11-a and b, we can complete the vertical analysis as Fig. 11-c. An example is shown in Fig. 10.

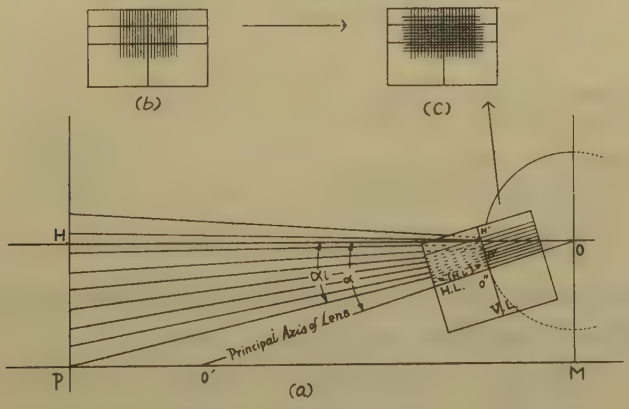


Fig. 11. Principle of analysis (3).

Accuracy of analysis

Of several elements used in this analysis, H or the height of the camera-lens and α or the angle of depression can be directly measured and α_i or the angle of depression to a point lying at an arbitrary distance, hence τ_i, ξ_i and ε_i are read from the record paper. H and α are the most fundamental elements among them. In the equation

$$\text{(a)} \qquad D = H/\tan\alpha,$$

α is about 0°−45° and it is usually inconvenient to analyse when α turns an angle of elevation, so we shoud set the camera as high as possible. Now if we denote the relative errors of two elements in the right side of (1) as δH and $\delta(\tan\alpha)$ respectively, the relative error of D is obtained as follows ;

$$\frac{\delta D}{D}=\frac{\delta H}{H}+\frac{\delta(\tan\alpha)}{\tan\alpha}=\frac{\delta H}{H}+\frac{\tan(\alpha+\delta\alpha)-\tan\alpha}{\tan\alpha}.$$

If we put H=2, 5, and 10 m,

$$\delta H/H=0.025,\ 0.01 \text{ and } 0.005,$$

as we may take $\delta H \leqq 0.05$m. Therefore practically the maximum relative error may be considered as about 0.025.

Next, as $\delta\alpha=0.02°$, if we put $\alpha=1°$, 8° and 20°, we obtain

$$\frac{\delta(\tan\alpha)}{\tan\alpha}=0.0057,\ 0.0028 \text{ and } 0.0011,$$

and thus it seems that the maximum relative error is practically 0.006. Accordingly it may be permitted to evaluate the maximum relative error as follows (Fig. 12);

$$\delta D/D = 0.025.$$

Thirdly, in case of

$$\text{(b)} \quad d_i=\frac{f\cos\alpha-\tau_i\sin\alpha}{f\sin\alpha+\tau_i\cos\alpha}\cdot H,$$

we obtain the following equation

$$\frac{\delta d_i}{d_i}=\frac{\delta(f\cos\alpha-\tau_i\sin\alpha)}{f\cos\alpha-\tau_i\sin\alpha}+\frac{\delta(\sin\alpha+\tau_i\cos\alpha)}{f\sin\alpha+\tau_i\cos\alpha}+\frac{\delta H}{H},$$

then

$$\frac{\delta(f\cos\alpha-\tau_i\sin\alpha)}{f\cos\alpha-\tau_i\sin\alpha}\leqq 0.00003,$$

$$\frac{\delta(f\sin\alpha+\tau_i\cos\alpha)}{f\sin\alpha+\tau_i i\cos\alpha}\leqq 0.00002,$$

$$\frac{\delta H}{H} \leqq 0.025.$$

If we set $\delta\alpha=0.02°$ to $\alpha=1.0°$, $\delta\tau_i=2\times10^{-4}$ m to $\tau_i=10^{-3}$ m and $\delta H=0.05$ m to H = 2 m, because f=0.18m. Then

$$\frac{\delta D}{D}\leqq 0.025,$$

so the main factor affecting the maximum error may be regarded as δH.

In addition the maximum relative error based on errors of measures in

evaluating the vertical and horizontal intervals at some optional distance d_i, are

$$\frac{\delta \ell_i}{\ell_i} \leqq 0.2, \qquad \left(\frac{\delta \varepsilon_i}{\varepsilon_i} \leqq 0.2\right),$$

$$\frac{\delta h_i}{h_i} \leqq 0.025. \qquad \left(\frac{\delta H}{H} \leqq 0.025\right),$$

from

$$\ell_i = \varepsilon_i \cdot H\sqrt{f^2+\tau_i^2}/f(f\sin\alpha+\tau_i\cos\alpha),$$

$$h_i = H\left(1+\frac{f\cos\alpha-\tau_i\sin\alpha}{f\sin\alpha+\tau_i\cos\alpha}\cdot\frac{f\sin\alpha-\xi_i\cos\alpha}{\xi_i\sin\alpha+f\cos\alpha}\right).$$

Or, in many case, the maximum relative error of observations affecting to d_i, h_i and l_i depends on terms concerned with H. Furthermore the reading of ε_i exercises the considerable effect on the calculation of ℓ_i. Accordingly, improving the accuracy of this reading is the first to be considered and yet actually difficult to attain.

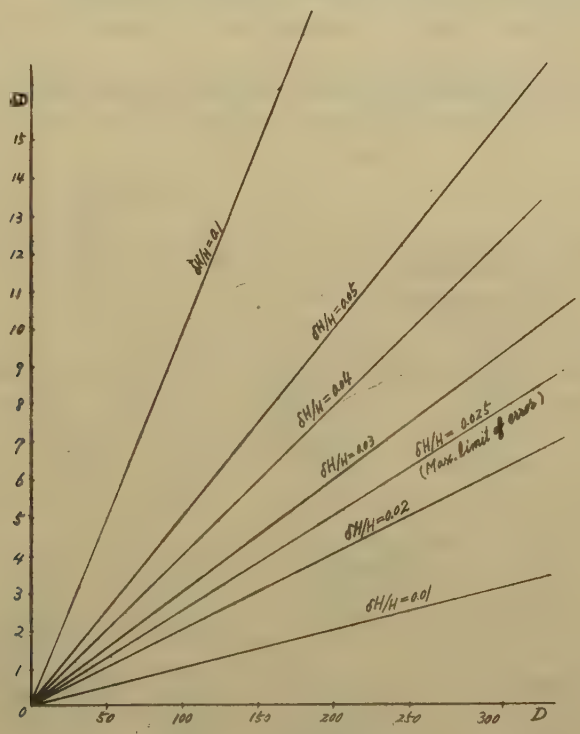


Fig. 12. Showing the degree of error of H due to the variation of D.

The above considerations are concerned with the calculation based on the actual value of f of our camera, generally we can hope that the degree of precision of d_i should be increased by more accurate readig of H and that the error should be reduced by the enlarging of ε_i. But as regards ε_i, we must notice that even if $\frac{\delta \varepsilon_i}{\varepsilon_i}=0.2$, then $\frac{\delta \ell_i}{\ell_i}=0.2$, that is, the error amounts to 20 cm in case of the height

of 1 m.

Moreover there is a problem by the variation of the sea surface as the standard surface at the time of observation, but considerably skilled observators may require only about ten minutes or less in tracing a sheet of record paper in the normal condition of habitat of the seaweeds. Then even in case when the rise and fall of tide is considerably conspicuous, the variation of the sea surface is at most only 10 cm or thereabout. So we may neglect that effect as compared with the vertical height of the object.

Technical problems to be improved or heeded

There are some problems to be amended concerning with the apparatus, measurement and analysis;

1) To preserve the parallelism between the principal axes of the camera-lens and the transit-lens.

2) To use a camera-lens with a large resolving power.

3) To improve the accuracy in measuring the height of camera as great as possible.

4) To device some method by which we can analyse more simply and more accurately.

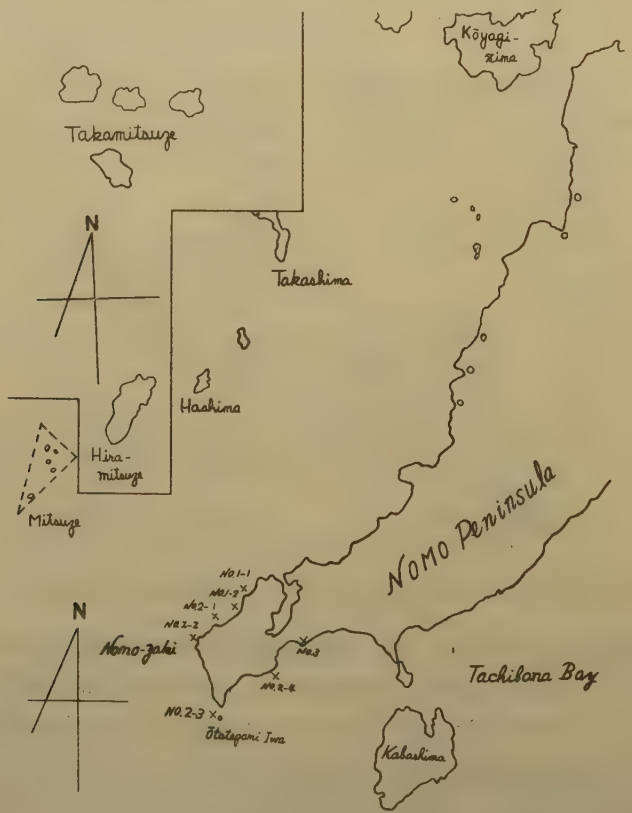


Fig. 13. Locality of observations.

Actual example

The author and others carried out a survey on the habitat of the seaweeds for determining the degree of effect of barnacle to other seaweeds at the south projection of the Nomo Peninsula, Nagasaki Prefecture in June of 1949. We observed at 7 stations from that south projection of this peninsula and 4 stations at Mitsuze Is. off that projection, as shown in Fig. 13. As the times of observations are different from each other, we made the correction due to the tidal variations, assuming the lowest limit of the habitat of the gloiopeltis glue as the standard horizontal line, for that lowest limit forms almost horizontal straight line. Table 1

Table 1. Tidal time and its height at observations.

Date \ Hour	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
24 June	216.9	170.7	120.8	78.2	52.1	48.5	68.1	107.7	158.6	210.5	252.4
25 〃	246.3	203.8	149.5	95.3	52.7	31.4	36.9	66.2	115.7	174.7	230.9

shows the times and heights of tide from the lowest surface on 24th and 25th of June. (Table 1 shows the same values as the port of Fukahori). And Tables 2 shows

Table 2. Details of observations.
Remarks : 1. V and H correspond to the vertical analysis and the plane analysis respectively.
2. Some data are used for measuring the waterrips or currents or mapping.
3. * corresponds to datum omitted because of its inadequacy.

Date	Station number	Plate number	Hour	Height (H)	Direction of principal axis of lens (α)	Horizontal direction of principal axis of lens	Diagram	Distance of vertical plane analysed(di) (m)	Remarks
24 June	1	1	09k05m	4.00m	2.80°	203.40	*	*	*
		2	20	〃	0.90	59.85	V	190	
		3	27	〃	1.70	354.05	H	*	Water-rips
	2	4	10 05	2.00	0.00	217.87	V	133	
		5	12	〃	0.10	174.52	*	*	*
		6	17	〃	up 1.40	135.77	*	*	*
		7	20	〃	0.10	189.57	V	40	
		8	25	〃	1.40	54.87	V	40	
		9	50	〃	1.22	359.47	H	*	Current
	3	10	12 20	4.50	4.70	281.60	(4) V	78, 58.5, 32.4, 17.8	
		11	23	〃	9.00	128.35	(2) V	11.7, 284	
		12	26	〃	6.00	249.70	H	*	Current
		13	33	〃	10.50	266.00	H	*	Map
	4	14	13 25	3.80	up 2.50	52.60	V	292	
		15	30	〃	5.00	8.90	V	85	
		16	35	〃	3.50	333.70	V, H	224	Map
	5	17	15 10	4.50	3.50	221.55	H	*	〃
		18	13	〃	6.10	32.25	H	*	〃
	6	19	15 31	21.50	11.90	179.20	H	*	〃

25 June	1	1	10 05	3.50	4.00	80.02	H	*	〃
		2	12	〃	4.00	120.72	V	57.4	
		3	18	〃	4.50	155.42	V	135	
		4	23	〃	4.50	184.02	V	129	
		5	30	〃	4.50	214.82	V	205	
	2	6	11 45	12.40	up 1.00	359.65	V	103	
		7	53	〃	up 3.00	41.80	*	*	*
		8	12 05	〃	13.10	76.10	*	*	*
		9	19	〃	16.80	124.90	H	*	Map
		10	28	〃	16.70	163.20	H	*	Map
	3	11	14 00	3.80	5.10	341.15	V	109	
		12	07	〃	6.60	20.55	V	73	
		13	30	〃	〃	48.90	V	91	
		14	38	〃	up 0.20	134.22	V	100	
	4	15	16 40	4.20	2.60	253.46	*	*	*
		16	47	〃	3.50	293.24	V	108	
		17	17 10	〃	〃	329.66	V	67	
		18	20	〃	3.00	6.06	H	*	*
		19	30	〃	〃	53.76	*	*	*
		20	32	〃	8.00	140.09	V	90	
26 June	1	1	09 40	44.00	6.80	185.45	H	*	Map
		2	43	〃	〃	271.30	H	*	〃
		3	49	〃	6.30	239.33	H	*	〃
		4	52	〃	16.80	209.05	H	*	〃
		5	56	〃	10.00	178.70	H	*	〃
		6	10 00	〃	13.00	148.35	H	*	〃
		7	09	〃	14.70	115.33	H	*	〃
		8	12	〃	9.00	77.95	H	*	〃
		9	18	〃	9.00	37.10	H	*	〃

the details of observed matters. The result is shown in Fig. 13′, omitting the data that could not be analysed, and the shaded portion contains many species, such as *Higikia fusiforme* (HARV.)OKAM., *Carpopeltis affinis* (HARV.) OKAM., *Corallina* and others, and the portion fringed by dotts corresponds to the band of barnacle.*

From Fig. 13′ we can consider that the vertical dimension of the lower

---

* Almost all surfaces of habitat incline to the vertical plane and are often not perpendicular to a horizontal plane containing the principal axis of lens, so in case of relatively short distance it shoud be noted that li and hi calculated from the record paper may have a small difference from the actual values. As at any rate there exists only the difference of direction, if let θ denote the angle of actual surface S with a surface S″ perpendicular to the principal axis or its projected line on the horizontal plane,

$$\ell' = \ell \cos \theta,$$

where ℓ' is obtained from measurement and ℓ is an actual length. Therefore it may be considered that when the distance between the camera and the measured plane is fairly long, unevenness becomes to be measured after being averaged to be almost uniform and over a considerable range we obtain an averaged value, notwithstanding the existence of differences of θ. Accordingly it may be considered that the effect of the difference between ℓ and ℓ' is not so much.

Next, the distance of the measured plane from the camera was calculated on each record paper based upon the midpoint of each habitat band as shown in Fig. 15. It may be permitted to consider that by this procedure errors produced by the local

Fig. 13′. Results of observations.
Remarks : The shaded portion and dotted portion correspond to the lower band and the band of barnacle respectively.
In addition, in the direction normal to the coastline the vertical width of each band is measured.

band (shaped) is larger in the northern and south-eastern parts of this projection than in the western and southwestern parts, and the band of barnacle shows an opposite tendency. It happens to see the perfect absence of the band of barnacle in some part. Table 3 shows the maximum, minimum and average values of the

unevenness or the unequal inclination of the measured plane can be considerably offset before its calculation,

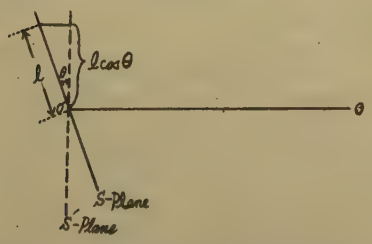


Fig. 14. (The reader is referred to the text for full account of the relation shown in this figure).

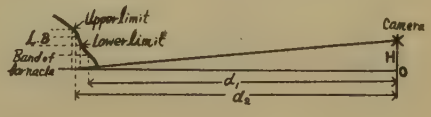


Fig. 15. (The reader is referred to the text for full account of the relation shown in this figure).

Table 3. Vertical widths of both bands(m).

	Upper band			Lower band		
	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean
St. 1 — 1	—	—	3.80	—	—	1.00
St. 1 — 2	2.50	1.60	2.05	1.25	0.75	0.90
St. 2 — 1	3.80	2.00	2.50	2.75	1.00	1.60
St. 2 — 2	—	—	2.75	2.85	1.25	2.05
St. 2 — 3	1.80	1.10	1.40	2.35	0.50	1.30
St. 2 — 4	2.50	1.50	2.10	1.80	0.80	1.20

vertical width of both bands. Because there is no record concerning with the inclination of the surface of each band, we can not evaluate the surface area of each band. From Table 3 and 4 we obtain the following equation of regression:

$$x = -3.12 + 4y, \text{ or } y = 0.78 + 0.25\,x,$$

where x and y are the vertical width of each band respectively (Fig. 16). And if $x' = x + y$ and $y' = x/y$, obtain Fig. 17 and the following linear equation:

$$y' = 0.98 + 0.15\,x'.$$

In Table 5 there is tabulated average values and the deviation of each value from the average of x' and y'.

Finally from this actual survey we can conclude as follows:

1) Variations of the lower band and the band of barnacle are proportional and the rate of increase of the former is somewhat larger than that of the latter.

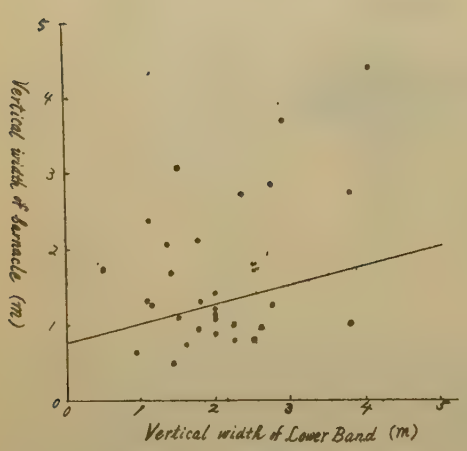


Fig. 16. Relation between the lower band and the band of barnacle.

Table 4. Details of analysis.
Remarks.: 1. m shows the value analysed on record paper.
2. C shows the height of the lower band above the standard surface.
3. V is composed from m and C.

Date	Station number	Plate number	Hour	Direction of coastline	Vertical width of bands			
					Lower band			Band of barnacle
					m	c	v	
24 June	1	2	09h20m	NNW	3.03m	1.54m	3.80m	1.00m
	2	4	10 05	NW	1.00	1.20	—	0.75
	2	7	10 20	NWW	1.40—1.50	1.04	2.00	1.23 0.87
	2	8	10 25	NWW	1.98	1.00	2.50	0.83
	3	10—1	12 20	W	3.80	0.48	4.05	4.40
	3	10—2	〃	W	1.50	〃	1.75	0.95
	3	10—3	〃	W	1.26	〃	1.50	3.10
	3	10—4	〃	W	1.10	〃	1.35	2.07
	3	11—1	12 23	SSE	1.80	0.47	2.00	1.10
	3	11—2	〃	SSE	1.18	〃	1.40	21.65
	4	14	13 25	W	0.70	0.54	0.95	0.65
	4	15	13 30	SW	2.31	0.56	2.60	0.97
	4	16	13 35	S	1.45	0.58	1.75	2.08

25 June	1	2	10 12	NW	1.32	1.36	2.00	1.16
	1	3	10 18	NNW	3.16 1.70	1.30	3.80 2.35	2.73
	1	4	10 23	N	1.40	1.25	2.00	1.42
	1	5	10 30	NNW	1.67	1.20	2.27	1.00
	2	6	11 45	W	2.47	0.60	2.75	1.25 2.87
	3	11	14 00	W	1.61	0.37	1.80	1.03
	3	12	14 07	W	1.26	0.38	1.45	0.50
	3	13	14 30	SSW	0.91	0.48	1.15	1.28 2.36
	3	14	14 38	NW—NNE	0.85	0.52	1.10	1.30
	4	15	16 40	SSE—SSW	1.75	1.56	2.50	1.80
	4	16	16 47	S—SSW	1.43	1.63	2.25	0.80
	4	17	17 10	SSE	1.25	1.80	2.15	—
	4	20	17 32	NNW	0.50	2.06	1.50	1.10

Table 5. Values of $(\bar{a}+\bar{b})$, $(\bar{a}/\bar{b})$ and their deviations from the mean value respectively.
Remark : Normal direction means a direction of normal line to the coastline at its middle point.

Station	$\bar{a}+\bar{b}$ (m)	$\triangle(\bar{a}+\bar{b})$ (m)	$\bar{a}/\bar{b}$	$\triangle(\bar{a}/\bar{b})$	Remarks
1—1	4.80	+ 1.15	3.80	+ 2.16	Normal direction : NW
1—2	2.95	− 0.70	2.28	+ 0.64	〃 : NWW
2—1	4.10	+ 0.45	1.57	− 0.07	〃 : NEN
2—2	4.80	+ 1.15	1.34	− 0.20	〃 : WNW
2—3	2.70	− 0.95	1.08	− 0.56	〃 : SSE
2—4	3.30	− 0.35	1.08	− 0.56	〃 : SSE
Mean $(\bar{a}+\bar{b})$ =3.65m,			Mean $(\bar{a}/\bar{b})$ =1.64		

2) It can be considered that between the direction of the coast and the dimension of the habitat there is some relationship, or

$90°<r<270°$ (mag. azimuth)……$\triangle(\bar{x}+\bar{y})<0$ and $\triangle(x/y)<0$,

$0°\leqq r<90°$ and $270°<r\leqq 360°$ (〃)……$\triangle(\bar{x}+\bar{y})>0$,

where r denotes the direction of the coast and $\triangle$ shows the deviation from the average value (Fig. 18).

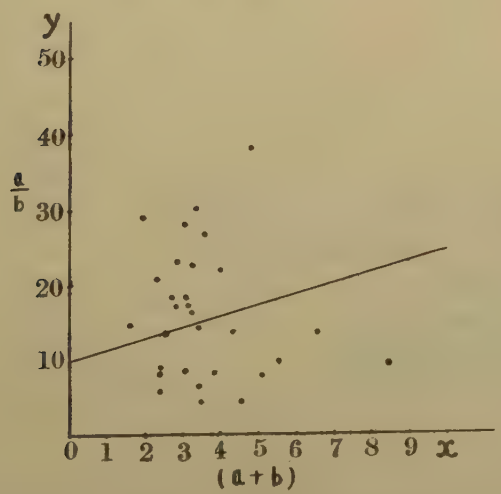


Fig. 17. Relation between $(\bar{a}+\bar{b})$ and $(\bar{a}/\bar{b})$.

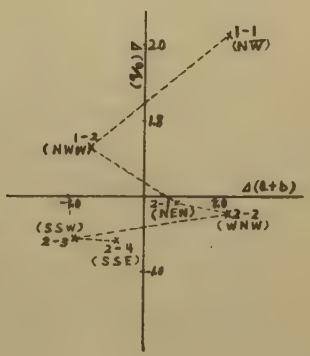


Fig. 18. Relation between the direction of normal line to the coastline and the vertical widths of both bands.

Acknowledgement

The author wishes to acknowledge his great indebtness to the member of Nomo Cooperation of Fisheries for their support to the actual survey, to Messrs. T. Tsujita, Seikai Regional Research Laboratory of Fisheries, and M. Katada, Shimonoseki College of Fisheries, for their kind advices and useful reviews and to Messrs. M. Kondo and S. Hamada, Seikai Regional Research Laboratory of Fisheries, for their assistances in this survey and its analysis.

Literatures

1) P. G. McCURDY and others : 1945. Mannual of Photogrammetry. Ist ed.

2) W. SHIBAGAKI : 1946. Practical Analysis, Ist ed.,Tokyo (in Japanese) .

昭和30年3月23日 印刷　下関市吉見永田本町1944番地
昭和30年3月25日 発行　農林省水産講習所
（非売品）
下関市長崎町2281番地
印刷所　瞬報社写真印刷株式会社
印刷者　藤田永之進